

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2003-176409  
(P2003-176409A)

(43)公開日 平成15年6月24日(2003.6.24)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
C 0 8 L 79/00		C 0 8 L 79/00	4 J 0 0 2
C 0 8 K 5/00		C 0 8 K 5/00	4 J 0 4 3
C 0 8 L 101/00		C 0 8 L 101/00	
H 0 1 B 1/12		H 0 1 B 1/12	G
// C 0 8 G 73/02		C 0 8 G 73/02	

審査請求 有 請求項の数1 O L (全 47 頁)

(21)出願番号 特願2002-265945(P2002-265945)  
(62)分割の表示 特願平5-500859の分割  
(22)出願日 平成4年5月19日(1992.5.19)

(31)優先権主張番号 7 1 4, 1 6 5  
(32)優先日 平成3年6月12日(1991.6.12)  
(33)優先権主張国 米国 (U S)

(31)優先権主張番号 8 0 0, 5 5 5  
(32)優先日 平成3年11月27日(1991.11.27)  
(33)優先権主張国 米国 (U S)

(31)優先権主張番号 8 0 0, 5 5 9  
(32)優先日 平成3年11月27日(1991.11.27)  
(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 594148704  
デュポン ディスプレイス, インコーポ  
レイテッド  
アメリカ合衆国、カリフォルニア 93117、  
サンタ バーバラ、コルトナ ドライブ  
6780

(72)発明者 カオ, ヤング  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 93117  
ゴレタ, エイビーティー. 215, エル  
コレジオ ロード 6739

(74)代理人 100078282  
弁理士 山本 秀策 (外2名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 加工し得る形態の導電性ポリアニリンおよびそれから形成された導電性生成品

(57)【要約】

【課題】 高い導電性で、高度に加工し得る、コスト上  
有利な、ポリアニリンをベースとした導電性ポリマー、  
ならびにそれから形成された導電性物品を提供するこ  
と。

【解決手段】 本発明で提供され、使用された導電性物  
質および層は、典型的には3通りの成分を含有する：

(i) 1つまたはそれ以上の置換されたまたは置換され  
ていないポリアニリン；(i i) 有機基材相；(i i  
i) 対イオンが基材や適合するように官能化されてい  
る、1つまたはそれ以上の官能化したプロトン酸溶質。  
適当な選択により、これら物質から透明導電性生成物が  
提供される。

(2)

I

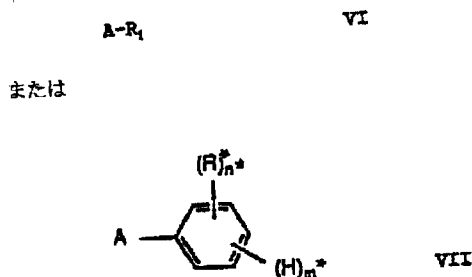
## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】 以下：

(i) 10,000ダルトンを超える重量平均分子量のポリアニリン；

(i i) プロトン酸であって、該プロトン酸は、(i i i)の基材に可溶性であるように官能化された対イオンを含み、 $10^{-3} \text{ S} \cdot \text{cm}^{-1}$ より高い導電率を有す、ポリアニリンと該基材との混合物を形成し、そして以下の式VI～VII：

## 【化1】



ここで：Aはスルホン酸、セレン酸、ホスホン酸、カルボン酸、硫酸水素塩、セレン酸水素塩、またはリン酸水素塩；n\*は0から4の整数；m\*は1から5の整数で、ただしn\*およびm\*の合計は5；R<sub>1</sub>は、アルキル、アルケニル、アルコキシ、アルカノイル、アルキルチオ、アルキルチオアルキルであって、5から20までの炭素原子を有すもの；または、アルキルアリアル、アリアルアルキル、アルキルスルフィニル、アルコキシアルキル、アルキルスルホニル、アルコキシカルボニル、カルボン酸であって、ここで該アルキルまたはアルコキシは、1から20までの炭素原子を有すもの；または、1つまたはそれ以上のスルホン酸、カルボン酸、ハロゲン、ニトロ、シアノ、ジアゾ、またはエポキシ部分で置換された3から20までの炭素原子を有すアルキル；または、置換された、または置換されていない3、4、5、6または7員環の芳香族または脂環式炭素環であって、該環は、1つまたはそれ以上の窒素、硫黄、スルフィニル、スルホニルまたは酸素の二価のヘテロ原子を含有し得る、例えばチオフェニル、ピロリル、フラニル、ピリジニルであり；またはA単位が付加したポリマー骨格、

R\*は同一かまたは各存在ごとに異なり、アルキル、アルケニル、アルコキシ、シクロアルキル、シクロアルケニル、アルカノイル、アルキルチオ、アリアルオキシ、アルキルチオアルキル、アルキルアリアル、アリアルアルキル、アルキルスルフィニル、アルコキシアルキル、アルキルスルホニル、アリアル、アリアルチオ、アリアルスルフィニル、アルコキシカルボニル、アリアルスルホニル、カルボン酸、ハロゲン、シアノ、または1つまたはそれ以上のスルホン酸、カルボン酸、ハロゲン、ニトロ、シアノ、ジアゾまたはエポキシ部分で置換されたアルキルであり；または、任意の2つのR置換基が一緒

になって、3、4、5、6または7員環の芳香族または脂環式炭素環を完成させるアルキレン基またはアルケニレン基であって、該環は、1つまたはそれ以上の窒素、硫黄、スルフィニル、スルホニルまたは酸素の二価のヘテロ原子を含有し得る、プロトン酸；

(i i i) 有機溶媒、バルクポリマー、またはそれらの混合物より選択される基材であって、該基材は液体であるか、または溶融することにより液体にされ得、そして $10^{-8} \text{ S} \cdot \text{cm}^{-1}$ より低いバルク導電率および室温で22より小さい誘電率を有する、基材、を含有し、ここで、該ポリアニリンが該プロトン酸と混合された状態である、導電性高分子組成物。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、導電性ポリマーおよびより特定すれば、置換されたまたは置換されていない導電性ポリアニリンの加工処理を誘導する官能化したプロトン酸の使用、および有機液体および／または固体ポリマーの流動性（融解）状態での置換されたまたは置換されていない導電性ポリアニリンの溶解を誘導する官能化したプロトン酸の使用に関する。本発明の他の見地は、有機液体中の置換されたまたは置換されていない導電性ポリアニリンの生成溶液、前記溶液を形成する溶液生成方法、および導電性ポリマー物品を形成する為の、前記溶液の使用法に関する。さらに、他の見地は、前記のプロトン酸を含有する固相ポリマーおよび導電性物品についてのそれらの使用に関する。

## 【0002】

【従来の技術】最近、高分子系の電気伝導率および電気化学に対する関心が高まっている。最近の研究成果により骨格鎖に広範囲の共役を有するポリマーの重要性が高まっている。

【0003】現在研究中の共役されたポリマー（conjugated polymer）系の一つがポリアニリンである。Kobayashi Tetsuhikoら、J. Electroanal. Chem.、「ポリアニリンフィルムで被覆された電極のエレクトロクロミズムに関する電気化学反応」177（1984）281-291には、ポリアニリンフィルムで被覆した電極の分光電気化学的測定が実施された種々の実験が記載されている。フランス国特許第1、519、729号、追加のフランス国特許第94、536号；英国特許第1、216、549号；「ポリアニリン硫酸塩の直流導電率」、M. Donoedoff、F. Kautier-Cristojini、R. ReSurvail、M. Jozefowicz、L. T. YuおよびR. Buvet、J. Chim. Phys. Physicochim. Brol.、68、1055（1971）；「巨大分子物質の連続電流導電率」、L. T. Yu、M. JozefowiczおよびR. Buvet、Chim.

Macromol.、1、469 (1970)；「ポリアニリンをベースとしたフィルモジェニック (Filmogenic) 有機導電性ポリマー、」D. LaBarre および M. Jozefowicz、C. R. Read. Sci.、Ser. C、269、964 (1969)；「半導性ポリマーの最近発見された性質、」M. Jozefowicz、L. T. Yu、J. Perichon、および R. Buvet、J. Polym. Sci.、Part C、22、1187 (1967)；「ポリアニリン硫酸塩の電気化学的性質、」F. Cristojini、R. De Surville、および M. Jozefowicz、C. R. Read. Sci.、Ser. C、268、1346 (1979)；「プロトン性有機半導体を使用した電気化学的電池、」R. De Surville、M. Jozefowicz、L. T. Yu、J. Perichon、R. Buvet、Electrochem. Ditt. 13、1451 (1968)；芳香族アミンの酸化により生成するオリゴマーおよびポリマー、」R. De Surville、M. Jozefowicz、および R. Buvet、Ann. Chem. (パリ)、2、5 (1967)；「巨大分子化合物の直流電流導電率の試験研究」L. T. Yu、M. Borredon、M. Jozefowicz、G. Belorgey、および R. Buvet、J. Polym. Sci. Polym. Symp.、16、2931 (1967)；「オリゴマーポリアニリンの導電率および化学的性質、」M. Jozefowicz、L. T. Yu、G. Belorgey、および R. Buvet、J. Polym. Sci. Polym. Symp.、16、2934 (1967)；「芳香族アミンの触媒酸化の生成物、」R. De Surville、M. Jozefowicz、および R. Buvet、Ann. Chem. (パリ)、2、149 (1967)；「巨大分子半導体の導電率および化学組成、」Rev. Gen. Electr.、75、1014 (1966)；「巨大分子半導体の化学的および電気化学的性質の関係、」M. Jozefowicz、および L. T. Yu、Rev. Gen. Electr.、75、1008 (1966)；「固体状態のポリ-N-アルキルアニリンの調製、化学的性質、および電気伝導率、」D. Muller および M. Jozefowicz、Bull. Soc. Chem. Fr.、4087. (1972)。

【0004】米国特許第 3、963、498 号および第 4、025、463 号には、オリゴマーポリアニリン、および、特定の有機溶媒に溶解することおよび半導体組成物の形成に有用であることが示されている、8 以下のアニリンの繰り返し単位を有す、置換したポリアニリンが記載されている。欧州特許第 0017717 号には、米国特許第 3、963、498 号および第 4、025、

463 号に記載の組成物の明確な進歩があり、およびポリアニリンのオリゴマーおよび適切なバインダーポリマーの使用によって、ポリアニリンがラテックス複合物中に形成され得ることを記載している。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】高分子量のポリアニリンは、ドーピングされたまたはプロトン化された物質の相当程度の電気伝導率と共に、その優れた化学的安定性により、有望な導電性ポリマーの一つであることが明らかになってきた。しかしながら、有用な物やデバイスへのポリアニリン高重合体の加工は、問題を有する。軟化点または、融点以下の温度でポリマーが分解するため、融解加工は、不可能である。さらに、主な困難な点は、高分子量ポリマーを溶解する方法を見いだすことである。

【0006】近年、ポリアニリン（導電性のエメラルジン (emeraldine) 塩形成体または絶縁したエメラルジン塩基形成体のいずれも、）が特定の強酸溶液から、有用な物品の（例えば、方向性を有するファイバー類、テープ類など）を形成し得ることが証明された。これら強酸からの溶液加工により、ポリアニリンと、特定の強酸に溶解し、それによって有用な物品を作成する他のポリマー（例えば、ポリアミド、芳香族ポリアミド (アラミド)、など）との複合物、あるいはポリブレンドを形成することが可能である。「濃硫酸溶液中から紡いだポリアニリンの電気伝導性ファイバー、」A. Andreatta、Y. Cao、J. C. Chiang、A. J. Heeger および P. Smith、Synth. Met.、26、383 (1988)；「ポリアニリンの X 線回折、」Y. Moon、Y. Cao、P. Smith および A. J. Heeger、Polymer Communications、30、196 (1989)；「ポリアニリンの性質における化学的重合条件の影響、」Y. Cao、A. Andreatta、A. J. Heeger および P. Smith、Polymer、30、2305 (1990)；「結晶性ポリアニリンの磁化率、」C. Fite、Y. Cao、および A. J. Heeger、Sol. State Commun.、70、245 (1989)；「部分的結晶性ポリアニリンの分光法および過渡的な光伝導性、」S. D. Phillips、G. Yu、Y. Cao、および A. J. Heeger、Phys. Rev.、B 39、10702 (1989)；「ポリアニリンの溶液中および固相中での分光学的研究、」Y. Cao および A. J. Heeger、Synth. Met.、32、263、(1989)；「溶液中の一次元鎖の磁化率、」C. Fite、Y. Cao、および A. J. Heeger、Solid State Commun.、73、607 (1990)；「ポリアニリンとポリ (p-フェニレンテレフタルアミド) との電気伝導性ポリブ

レンドファイバー、」A. Andreatta, A. J. HeegerおよびP. Smith, Polymer Communications、31、275 (1990) ; 「硫酸および硫酸溶液から加工されポリアニリン：電気学的、光学および磁気学的性質、」Y. Cao, P. Smith、およびA. J. Heeger、Conjugated Polymeric Materials: Opportunities in Electronics, Optoelectronics, and Molecular Electronics、J. L. BredasおよびR. R. Chance編 (Kluwer Academic Publishers、オランダ、1990)。

【0007】米国特許第4,983,322号には、置換されたまたは置換されていない導電性ポリアニリンの溶液および可塑化組成物、および、このような溶液または組成物を形成する方法、および、導電性物品を形成するための上記の使用について、記載されている。前記ポリアニリン物質は、 $\text{FeCl}_3$ のような酸化剤の添加により可溶化し得た。生成した化合物は電荷移動塩であるので、高極性溶媒が要求される；特定すれば、溶媒は、誘電率が2.5に等しいか、より大きく、および双極子モーメントが3.25に等しいか、より大きい値を必要とする。

【0008】絶縁エメラルジン塩基形成体を出発物質として、ポリアニリンは、2種の独立したドーピング経路によって、導電性を獲得し得る：

(i) 電気化学的 (電気化学的電荷移動反応によって、) または化学的 ( $\text{FeCl}_3$ のような適切な酸化剤による化学反応によって、) のいずれかの酸化；

(ii) プロトン酸 (例えば、pHが2-3以下の水性環境下で) に曝すことによる酸-塩基化学的プロトン化。(1) 「ポリアニリン」：J. -C. ChiangおよびAlan G. MacDiarmidにより、Synthetic Metals 13 193 (1986) に記載された金属レジメ (Metallic Regime) へのエメラルジン形成体のプロトン酸ドーピング。(2) W. R. Salaneck, I. Lundstrom, W. -S. HuangおよびA. G. MacDiarmidにより、Synthetic Metals 13 297 (1986) に記載されたポリアニリンの二次元的表面の「状態」図式。

【0009】これら二つの異なる経路は、明白に異なる最終状態を導く。(i)においては、酸化が共役した鎖上の $\pi$ 電子の総数に変化を引き起こし、導電性を与える。(ii)においては、電子の総数に変化はなく；イミンの窒素部位のプロトン化により、物質に導電性が付与される。

【0010】導電性ポリアニリンの分野では一般に、半導体または導電体を生成し、その後、通常、非極性また

は弱極性の有機溶媒にポリアニリンの導電性形態を溶解あるいはその溶媒中で可塑化する程度まで、高分子量のポリアニリンをドーピングすることは不可能と考えられてきた。本明細書中に使用される、「可塑化すること」および「可塑化組成物」という用語は、固体ポリマーに可動性 (軟化)、および非脆化性を付与するのに十分な程度に混合された液相または半固体相を含有する固体ポリマーの加工行程および生成物を表わす。この液状または半固体状の添加物は、「可塑剤」として知られる。可塑物質の性質のより詳細な説明は、Harry R. AllcockおよびFrederick W. LampeがContemporary Polymer Chemistry、Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N. J. (1981)、P. 13に記載している。

【0011】通常、非極性または弱極性液体を含有する、溶液または可塑化体、または、その他の加工し得る形態の存在しない場合においては、導電性ポリアニリンから作られた有用な導電性物品、または導電性ポリアニリンと他のポリマー (例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、エラストマー、ポリ (エチルビニルアセテート)、等) との複合体あるいはポリブレンドを容易におよび経済的に、形成する能力は、限定される。そのため、形成された導電性ポリアニリン物品、特定すれば、バルク物質 (導電性ポリアニリンおよび/または複合物、または導電性ポリアニリンと他のポリマーとのポリブレンド) から作られた物品、およびフィルム類、ファイバー類およびコーティング剤類の作成を容易にするための技術および物質が必要とされている。

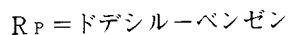
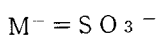
【0012】一つの見地として、本発明は、透明導電性ポリマーを誘導する可溶性の導電性ポリアニリンを提供する。この分野での先行技術は、Shackletteら (米国特許第4,963,206号、1990年10月16日) による、アクラーフィルム (Aclar film) をトリル酸 (p-トルエンスルホン酸) 水溶液中のアニリントシラートと過硫酸アンモニウムとの混合物に曝すことにより、アクラー上に導電性ポリアニリンフィルムを塗布することが包含される。従って、導電性ポリアニリンフィルムが基材中で、インサイチュウ (in situ) に重合された。Fukunishiら (日本国特許出願第63145326号、1988年6月17日) は、ピロールおよびアニリンのインサイチュウ重合による高分子複合体を調製するために同様の技術を使用した。Takahashiら (日本国特許出願第63268733号) は、薄い半透明性フィルムを電解重合により調製した。Sakaiら (日本国特許出願第63215772号、1988年9月8日) は、 $\pi$ -共役構造を有するポリマーの存在下でのアニオン性高分子電解質を形成し得るモノマーの重合により、導電性高分子組成物を作製した。薄い透明性フィルムは電気的に析

出した。

【0013】他の見地では、本発明は、新規な発光ダイオード(LED)構造の形成に、かかる導電性ポリマーを適応し得る。LEDおよびそれらの作製に関する引用例は以下を包含する：Burroughs, J. H., Bradley, D. D. C., Brown, A. R., Marks, R. N., Mackay, K., Friend, R. H., Burns, P. L. および Holmes, A. B., Nature, 347, 539-541 (1990); Braun, D. および Heeger, A. J., Applied Physics Letters, 58, 1982-1984 (1991); Burn, P. L., Holmes, A. B., Kraft, A., Bradley, D. D. C., Brown, A. R., Friend, R. H., および Gymer, R. W., Nature, 356, 47-49 (1992); および Grem, G., Leditzky, G., Ulrich, B., および Leising, G., Advanced Materials, 4, 36-38 (1992)。

#### 【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は、導電性高分子組成物に関する。これら組成物は、基材物質と充分に混合された混合物(溶液など)中での導電性ポリアニリンを含有する。用語「基材」は、非導電性または半導性(すなわち、導電率が $10^{-8} \text{ S} \cdot \text{cm}^{-1}$ 以下)の有機液体および誘電率がおよそ22以下のポリマーの範囲を示すために使用される。より特定すれば、これら組成物は、フィルム状でファイバーを形成し得る程の分子量のポリアニリン、基材、および対イオンが基材と適合し得るように官能化したプロトン酸ドーパントを含有する。本基材は固体ポリマーであり得る。このポリマーは融解形態(融解物)であり得る。それは、単独で、あるいは付加的に有機溶媒であり得る。本明細書で使用される、「官能化したプロトン酸」は、一般に、 $\text{H}^+$  ( $\text{M}^+-\text{RP}$ ) で表され、対イオンのアニオン種、( $\text{M}^+-\text{RP}$ ) が、官能基、または、典型的に、非極性または弱極性有機液体、または固体または融解状態のオリゴマーまたはポリマーを含有する基材と適合し得るように選択されたポリマー骨格への結合であるRPを包含する、プロトン酸である。説明に役立つ例を以下に示す：



官能化したプロトン酸は液体でありまたは可塑性を有する場合、それは基材の一部あるいは全てを置換し得る。

【0015】従って、一つの見地として、本発明は、高い導電性で、高度に加工し得る、コスト上有利な、ポリアニリンをベースとした、導電性ポリマーを提供する。これら物質は、基材(前述した)、ポリアニリンおよび基材と適合し得るように選択された対イオンを有するプ

ロトン酸ドーパントを有することにより特徴付けられる。これら物質は、固体の高分子基材を有する、固体であり得るし、あるいは、融解状態のポリマーおよび/または、必要に応じて、基材として溶解したポリマーを添加した溶媒とともに、加工し得る液体または半固体であり得る。

【0016】本発明の固体生成物は、ポリアニリン/ドーパント導電性種が予期せぬ程の低濃度でも、高い導電性を有することで特徴付けられる。この導電率は、その生成物がポリアニリンを分散した微粒子状態としてではなく、連続した状態(すなわち、溶解して)で提供していることを示している。これは、マイクロ実験により、固体ポリマー基材化物質が、低濃度(10%以下、さらには1%以下、または時には、0.1%以下)のポリアニリンであっても、ポリアニリンの連続した網状組織(web)を有することが、確認されている。

【0017】本発明の生成物はまた、用いた物質に依存して、透明形態で形成され得ることで特徴付けられる。

【0018】本発明の他の見地は、また、本発明の基材化された組成物から導電性物品を形成する方法に関し、次の工程を包含する：

- ポリアニリン、液状有機溶媒、必要に応じて基材ポリマーを含有する基材、および、前記の溶媒および前記の必要に応じたポリマーと適合し得る官能化したプロトン酸を含有する溶液の形成工程；および
- 前記の溶液から該要求物品の作成後または同時に前記の溶液からの前記の溶媒の全部または一部の除去工程。

【0019】さらに、本発明の他の見地は、本発明による組成物から導電性物品を形成する方法に関し、次の工程を包含する：

- ポリアニリン、液状有機モノマーの液状基材、および前記の基材と適合し得る官能化したプロトン酸を含有する溶液の形成工程；および
- 前記の溶液から該要求物品の作成後または同時に前記溶液中の前記モノマーの重合工程。

【0020】さらに、本発明の他の見地は、以下の工程を包含する、溶液から、複合物、または、導電性ポリアニリンと基材ポリマー(例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、エラストマー類、ポリ(エチレンビニルアセテート)、ポリ塩化ビニル、等)とのポリブレンドである、導電性物品を形成する方法に関する：

- ポリアニリン、溶媒、および、溶媒および基材ポリマーと適合し得る官能化したプロトン酸および1種またはそれ以上の基材ポリマー(例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、エラストマー類、ポリアミド類、ポリ(エチレンビニルアセテート)、ポリ塩化ビニル、等)を含有する溶液の形成工程；および
- 前記溶液からの前記の溶媒の全部または一部の除去

し、前記導電性物質を生成する工程。

【0021】さらに、本発明の他の見地は、複合物、または、導電性ポリアニリンと基材ポリマーとのポリブレンドである、固体の導電性物品を形成する方法に関し、次の工程を包含する：

a. ポリアニリン、前記基材ポリマーのモノマー前駆体、液状有機モノマーより作成された基材、および前記基材およびモノマーと適合し得る官能化したプロトン酸溶質を含有する溶液の形成工程；および

b. 固体を得るための該モノマーの重合と、必要に応じた溶媒の除去工程。

【0022】さらに、本発明の他の見地は、基材で導電性ポリアニリンの導電性物品を形成する方法に関し、以下の工程を含む：

a. ポリアニリン、官能化したプロトン酸溶質、および、非極性または弱極性の熱可塑性ポリマーからなる群から選択される融解状のポリマー基材を含有する溶融物の形成工程；および

b. 前記溶融物の固体化工程。

【0023】これらプロセスの何れも付加的にその物理的、電気的性質の向上のため、物品の形状の引張あるいは曲げの工程を包含し得る。

【0024】本発明のまた別の見地は、本発明に従って、ポリアニリンと1種またはそれ以上の基材ポリマーとのポリブレンドから作成される導電性物品および導電性層に関する。

【0025】本発明の組成物および方法は、ポリアニリンおよび一つまたはそれ以上の基材ポリマーから作成される、導電性物品、およびそれに関する全ての形状、例えば、射出成形またはバルク押し出しにより作成される物品、または、担体上または単独での、溶液プロセッシング（例えば、フレキシブルなフィルム類、テープ類、またはファイバー類）の方法により作成される物品を提供する、そしていずれも安定である。このような物品は光学的特質または透明性を保持し得る。

【0026】より具体化すれば、本発明によるポリマーは、必要になれば、可動および着色され得る発光ダイオードに使用される導電性層を形成する。

【0027】本見地にたてば、フレキシブルな発光ダイオードは、溶液からキャストした溶解性ポリアニリン（PANi）を使用して、透明でフレキシブルな、ホールインジェクティング（hole-injecting）電極として、フレキシブルな高分子基材上に形成され得、そして溶液からキャストした半導性（共役された）ポリマーを使用して、電界発光層として形成される。本半導性（共役された）ポリマーは、共役体（従って、その後の高温での熱処理を必要としない）、または、前駆体ポリマー（続いて、高温での熱処理により半導性体に転換する）のいずれでも存在し得る。

【0028】これら発光ダイオードは、透明なインジェ

クティング（injecting）電極として、フレキシブルな導電性ポリアニリンを、活性な電界発光層として、半導性（共役された）ポリマーを、および、基材として、フレキシブルな単独の有機高分子フィルムを含有し得る。これらLEDsは、デジタルエレクトロニクスに矛盾しないバイアス（すなわち、5ボルト以下の電圧で）で電流を通すように形成され得る。

【0029】

【発明の実施の形態】本発明で提供され、使用された導電性物質および層は、典型的には3通りの成分を含有する。

【0030】（i）1つまたはそれ以上の置換されたまたは置換されていないポリアニリン；

（ii）有機基材相。これは、固相または液相であり得る。それは有機液体であり得る。それは有機固体または、融解したまたは軟化したポリマーのような半固体であり得、または、特定の環境下では、それが液体であり全体的には、過度の極性を有しない場合、すなわち広く非極性の範囲を有する時には、（iii）に記したプロトン酸であり得る。それは2つあるいはそれ以上のこれら物質の混合物であり得、その誘電率は約2以下である。

【0031】（iii）対イオンが基材や適合するように官能化されている、1つまたはそれ以上の官能化したプロトン酸溶質。

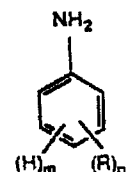
【0032】適当な選択により、これら物質から透明導電性生成物が提供される。

【0033】（ポリアニリン）成分の一つは、置換されたまたは置換されていないポリアニリンである。用語「ポリアニリン」を本出願明細書中で使用される場合は、文脈より特定の非置換体のみを意味することが明らかでない限り、それは一般に置換されたまたは置換されていない物質を包含するように使用される。一般に、本発明において使用されるポリアチリンは、フィルム状およびファイバーを形成し得る程の分子量のポリマーおよび共重合体であり、式Iで表される置換されていないおよび置換されたアニリンの重合により誘導される：

【0034】

【化2】

式 I



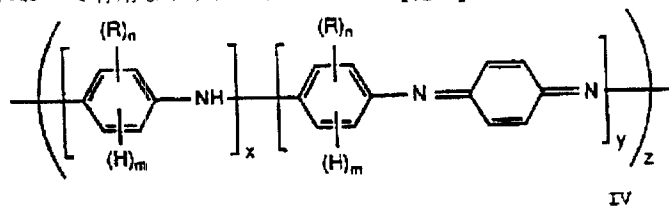
ここでnは0から4までの整数；mは1から5までの整数で、ただしnおよびmの合計は5に等しい；およびRは、各存在ごとに同一かまたは異なるように独立して選択され、そして、アルキル、アルケニル、アルコキシ、シクロアルキル、シクロアルケニル、アルカノイル、ア

アルキルチオ (alkylthio)、アリールオキシ、アルキルチオアルキル、アルキルアリール、アリールアルキル、アミノ、アルキルアミノ、ジアルキルアミノ、アリール、アルキルスルフィニル、アルコキシアルキル、アルキルスルホニル、アリールチオ、アリールスルフィニル、アルコキシカルボニル、アリールスルホニル、カルボン酸、ハロゲン、シアノ、または、1つまたはそれ以上のスルホン酸、カルボン酸、ハロ、ニトロ、シアノまたはエキスポリ (exopoly) 部分で置換されたアルキルであり；または、カルボン酸、ハロゲン、ニトロ、シアノ、またはスルホン酸部分からなる群から選択される；または、任意の二つの R 基が一緒になって、3、4、5、6 または 7 員環の芳香族または脂環式環であって、該環は、一つまたはそれ以上の二価の窒素、硫黄または酸素原子を含有し得る、アルキレンまたはアルケニレン鎖を形成し得る。本発明の範囲を限定せずに、種々の R 基のサイズは、およそ 1 つの炭素（この場合はアルキル）から 2 つまたはそれ以上のおよそ 20 炭素までの範囲であり、n 個の R 基の総数がおよそ 1 からおよそ 40 までの炭素である。

【0035】本発明の実施において有用なポリアニリン\*

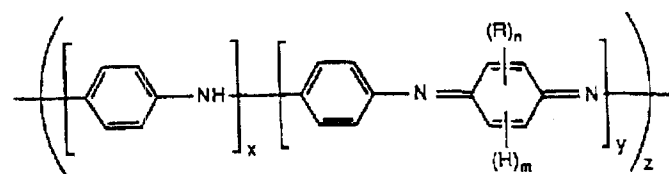
または

【0039】



IV

【化6】



V

ここで：n、m および R は、水素が重合物中の共有結合と置換した時、m が 1 減少し、そして、n および m の合計が 4 になること以外は、前記と同じである；y は、0 と等しいかそれより大きい整数である；x は、1 と等しいかそれより大きい整数であるが、ただし、x および y の合計が 1 以上であり；および z は、1 と等しいかそれより大きい整数である。

【0040】以下の一覧表は、本発明の実施において有用なポリマーおよび共重合体を調製するために使用され得る置換されたまたは置換されていないアニリンの例示である。

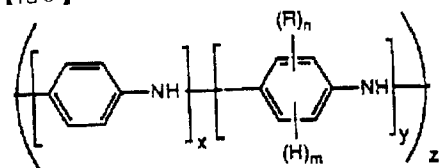
【0041】

【化7】

\*の例示として式 I I から V に表した：

【0036】

【化3】

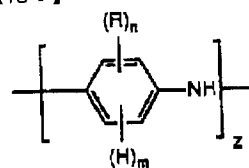


II

10 または

【0037】

【化4】

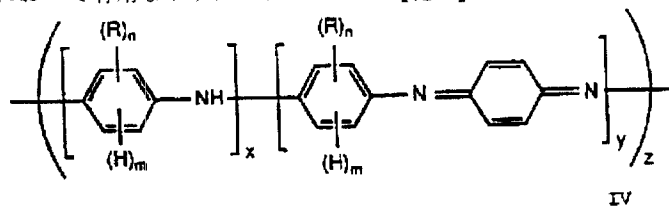


III

または

20 【0038】

【化5】



IV

アニリン	2,5-ジメチルアニリン
o-トルイジン	2,3-ジメチルアニリン
m-トルイジン	2,5-ジメチルアニリン
o-エチルアニリン	2,5-ジメチルアニリン
m-エチルアニリン	1-トリフルオロメチルアニリン
o-エトキシアニリン	o-メチルアニリン
m-メチルアニリン	2-メチルアニリン
m-ヘキシルアニリン	2,5-ジクロロアニリン
m-オクタニリン	3-(m-ブタンニル)酸
4-ブトキシアニリン	アニリン
2-ブトキシアニリン	
3-ブトキシアニリン	2,4-ジメチルアニリン
3-アセトキシアニリン	4-メチルアニリン
4-アセトキシアニリン	4-メチルアニリン
5-クロロ-2-メチルアニリン	3-フェニルアニリン
5-クロロ-2-エチルアニリン	4-フェニルアニリン

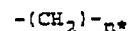
有用なR基の例は1アルキル（例えばメチル、エチル、オクチル、ノニル、tert-ブチル、ネオペンチル、イソプロピル、sec-ブチル、ドデシルなど）、アルケニル（例えば1-プロペニル、1-ブテニル、1-ペンチニル、1-ヘキセニル、1-ヘプテニル、1-オクチニルなど）；アルコキシ（例えばプロポキシ、ブトキシ、メトキシ、イソプロポキシ、ペントキシ、ノノキシ、エトキシ、オクトキシなど）、シクロアルケニル（例えばシクロヘキセニル、シクロペンチニルなど）；アルカノイル（例えばブタノイル、ペンタノイル、オクタノイル、エタノイル、プロパノイルなど）；アルキルスルフィニル、アルキルスルホニル（alkylsulfonyl）、アルキルチオ、アリールスルホニル、アリールスルフィニルなど（例えば、ブチルチオ、ネオペンチルチオ、メチルスルフィニル、ベンジルスルフィニル、フェニルスルフィニル、プロピルチオ、オクチルチオ、ノニルスルホニル、オクチルスルホニル、メチルチオ、イソプロピルチオ、フェニルスルホニル、メチルスルホニル、ノニルチオ、フェニルチオ、エチルチオ、ベンジルチオ、フェネチルチオ、ナフチルチオなど）；アルコキシカルボニル（例えばメトキシカルボニル、エトキシカルボニル、ブトキシカルボニルなど）、シクロアルキル（例えばシクロヘキシル、シクロペンチル、シクロオクチル、シクロヘプチルなど）；アルコキシアルキル（例えばメトキシメチル、エトキシメチル、ブトキシメチル、プロポキシエチル、ペントキシブチルなど）；アリールオキシアルキルおよびアリールオキシアリール（例えばフェノキシフェニル、フェノキシメチレンなど）；および種々の置換されたアルキルおよびアリール基（例えば1-ヒドロキシブチル、1-アミノブチル、1-ヒドロキシプロピル、1-ヒドロキシペンチル、1-ヒド

ロキシオクチル、1-ヒドロキシエチル、2-ニトロエチル、トリフルオロメチル、3,4-エポキシブチル、シアノメチル3-クロロプロピル、4-ニトロフェニル、3-シアノフェニルなど）；スルホン酸で末端化されたアルキルおよびアリール基、および、カルボン酸で末端化されたアルキルおよびアリール基（例えば、スルホン酸エチル、スルホン酸プロピル、スルホン酸ブチル、スルホン酸フェニル、および対応するカルボン酸）。

10 【0042】そしてまた、有用なR基の例は、任意の二つのR基から形成される二価の部分があり、例えば、次式で表される部分である：

【0043】

【化8】



ここで、n\*は、およそ3からおよそ7までの整数であり、たとえば、 $-(CH_2)_4$ 、 $-(CH_2)_3$ および $-(CH_2)_5$ 、または必要に応じて、例えば $-CH_2SCH_2-$ および $-CH_2-O-CH_2-$ のように、酸素および硫黄のヘテロ原子を含有する部分である。他の有用なR基の例は、例えば2価の1,3-ブタジエンおよび類似の部分のような、不飽和の共役二重結合を1からおよそ3個含有する2価のアルケニレン鎖である。

【0044】本発明の実施において使用する、好ましいポリアニリンは、前記の式I IからVに表されるものであって：nは0からおよそ2までの整数；mは2から4までの整数で、ただしnおよびmの合計は4に等しい；Rは、1からおよそ12までの炭素原子、シアノ、ハロゲン、または、カルボン酸またはスルホン酸置換基で置換されたアルキルを有するアルキルまたはアルコキシである；xは、1と等しいかそれより大きい整数である；yは、0と等しいかそれより大きい整数であり、ただし、xおよびyの合計がおよそ4より大きい、およびzは、およそ5と等しいかそれより大きい整数である。

【0045】本発明の実施において使用する、特に好ましいポリアニリンは、前記の式I IからVに表されるものであって：nは0から2までの整数；mは2から4までの整数で、ただしnおよびmの合計は4に等しい；Rは、1からおよそ4までの炭素原子を有するアルキルまたはアルコキシ、または、カルボン酸またはスルホン酸置換基で置換されたアルキルである；Xは、1と等しいかそれより大きい整数である；yは、0と等しいかそれより大きい整数であり、ただし、xおよびyの合計がおよそ6より大きい、およびzは、およそ10と等しいかそれより大きい整数である。

【0046】特に好ましい実施例の中で、本発明の実施において使用する、最も好ましいポリアニリンは、前記の式I IからVに表されるものであって：nは整数であって、0あるいは1；mは整数であって、3あるいは



4、ただし  $n$  および  $m$  の合計は 4 に等しい； $R$  は、1 からおよそ 4 までの炭素原子を有するアルキルまたはアルコキシル； $X$  は、2 と等しいかそれより大きい整数である； $y$  は、1 と等しいかそれより大きい整数であり、ただし、 $x$  および  $y$  の合計がおよそ 8 より大きい；および  $z$  は、およそ 15 と等しいかそれより大きい整数である。

【0047】本発明の最も好ましい実施例は、置換されていないアニリンから誘導されたポリアニリンである、すなわち、ここで  $n$  は 0 であり、 $m$  は 5（モノマー）または 4（ポリマー）である。

【0048】一般に、本発明の実施において、特に有用であるポリアニリンは、「フィルム状およびファイバーを形成し得る程の分子量」である。本明細書中で使用する「フィルム状およびファイバーを形成し得る程の分子量」とは、一般に、およそ 10,000 ダルトンを越える重量平均分子量を意味する。このような溶解性ポリマー類を含有する溶液は、一般にキャストされ、薄く、単独のフィルム状に形成されるか、あるいは凝集し、形状を維持し、好ましくは、屈曲時にも崩壊しないフィルムおよびファイバーに押し出し成形され得る。

【0049】一般に、本発明の有利な点は、プロトン化された導電体中の置換されたまたは置換されていないポリアニリンは、有機液体に溶解し得ることである。そしてこのようなポリアニリンは 8 個のモノマーの繰り返し単位を有する。これらは、米国特許第 3,963,498 号および第 4,025,463 号に記載のポリアニリン類よりもかなり高度に圧縮されている。高分子量であるために、この置換されたまたは置換されていないポリアニリンは、バインダーの必要なしに、表面に被覆し得るしあるいはファイバーに紡ぎ得る。すなわち、そのバインダーは、高分子組成物であり、米国特許第 3,963,498 号および第 4,025,463 号に記載された低分子量オリゴマーポリアニリン類とは一般に異なる、ポリアニリンと結合し、その安定性を改善する。フィルムまたはファイバーを形成するポリマーとなる、置換されたまたは置換されていないポリアニリンの分子量は、繰り返し単位の数、および置換基の数および置換パターンを包む、多くの因子により、幅広く変化し得る。一般に、置換されたまたは置換されていないポリアニリンは、モノマーの繰り返し単位の数がおよそ 50 である、フィルムおよびファイバーを形成し得る程の分子量である。本発明の好ましい実施態様においては、繰り返し単位の数、少なくともおよそ 75 であり、そして、特に好ましい実施態様においては、繰り返し単位の数、少なくともおよそ 200 である。特に好ましい実施態様の中でも、最も好ましいのは、繰り返し単位の数、少なくともおよそ 250 である実施態様である。

【0050】このようなポニアニリンは、本発明の実施

において、どのような物理的形状であっても、都合よく使用され得る。これらの有用な形状の例は、Green、A. G.、および Woodhead、A. E.、「アニリンブラックおよび類似の化合物、パート 1」J. Chem. Soc.、vol. 101、pp. 1117 (1912) および Kobayashi、ら、「ポリアニリンフィルムで被覆された電極の・・・電気化学的応答」J. Electroanal. Chem.、Vol. 177、pp. 281-91 (1984)、これらは本明細書中に引例として援用する。置換されていないポリアニリンの有用な形状は、ロイコエメラルジン、プロトエメラルジン、エメラルジン、ニグリアニリンおよびトループロトエメラルジン形状を包含する。

【0051】有用なポリアニリン類は、化学合成法により調製され得る。例えば、少なくともおよそ 160 の繰り返し単位を有するポリアニリンの一つの形状は、過剰の 1M HCl 中で、アニリンと過硫酸アンモニウム ( $\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  との処理により調製され得る。このパウダー形態のポリアニリンは、青緑色の色彩である。メタノール洗浄、および風乾後、この物質はおよそ  $10\text{ S-cm}^{-1}$  の導電率を示す。このポリアニリンの導電体は、エタノール中で、水酸化アンモニウムと処理され、紫色の  $10^{-8}\text{ S-cm}^{-1}$  より小さい導電率を有するポリアニリンの非導電体を形成し得る。ポリアニリンの種々の化学的形狀の調製のためのその他の化学的方法は、前記の Green らの文献に詳細に記載されている。

【0052】有用な形状のポリアニリンは、電気化学的にも調製され得る。例えば、有用な形状のポリアニリンは、フルオロホウ酸電解水溶液中の白金箔の陽極上での電気化学的なアニリンの酸化により調製され得る。

【0053】(官能化したプロトン酸) 本発明による導電性組成物の二つめの成分は、その対イオンの非導電性液体またはポリマー基材と適合するために官能化されている、「官能化したプロトン酸」である。本明細書中で使用される「プロトン酸」とは、ポリアニリンをプロトン化し、そのポリアニリンで、およそ  $10^{-11}\text{ S/cm}$  と等しいかより大きい導電率を有する複合体を形成する酸である。好ましいプロトン酸は、ポリアニリンをプロトン化し、複合体を形成するものであり、その複合体は、およそ  $10^{-6}\text{ S/cm}$  より大きい導電率を有するものである。そして、特に好ましいプロトン酸は、およそ  $10^{-3}\text{ S/cm}$  より大きい導電率を有する、ポリアニリンとの複合体を形成するものである。これら特に好ましい実施態様の中で、最も好ましいものは、 $0.1\text{ S/cm}$  より大きい導電率を有する、ポリアニリン複合体を形成するプロトン酸である。プロトン酸は J. C. Chiang および Alan G. MacDiarmid による文献；および、前記の W. R. Salaneck らによる文献に記載されるように、導電性高分子技術分

10

20

30

40

50

野におけるドーパントとしてよく知られているが、例えば非極性または弱極性有機液体のような非導電性基材と適合する必要はない。本明細書中で使用される「官能化した」プロトン酸とは、ポリアニリンをプロトン化し、そのポリアニリンと複合体を形成するような酸である。そしてその複合体は、およそ  $10^{-1} \text{ S/cm}^{-1}$  と等しいかより大きい導電率を有し、前記生成物の三つめの成分を構成する基材と混和または、その基材に溶解（単なる分散とは異なり）するように官能化される。これらの性質の観点から、酸は、溶質とみなされ、そして基材は溶媒とみなされ得る。

【0054】このような官能化は、ポリアニリン複合体を溶解化などによって、ホモジナイズし、基質とする。このような溶解化および／または十分な混合により、基材中の導電性種の本質的な連続ネットワークを生じ、本基材は、不連続相として、あるいは好ましくは、共連続相（co-continuous phase）として、提供され得る。これは、組成物全体に高レベルの導電性を付与する一導電性物が、懸濁した粒子などとして存在する場合の標準値よりも何倍も高い導電率が達成される。

【0055】以下に記すように、使用される基材相は、有機液体および／または溶融したポリマーを包含する。官能化したプロトン酸と基材との間の「適合性」の測定において、有用な化学的な溶解性－混和性に関する規則を以下に記す。例えば、ポリマーとして、ケトン類またはエステル類（有機溶媒として）またはポリ（エステル）類、ポリ（アリーレート）（arylate）類、またはポリ（アミド）類のような極性の高い基材によるプロトン酸対イオンにおける官能化は、対イオン基の極性の性質を促進されるか、または最低でも実質的に減少させない。

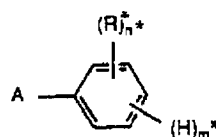
【0056】逆説に、好ましい非極性あるいは、弱極性の基材（例えば、液体として、アルカン類または芳香族炭化水素類またはハロ炭化水素類、またはポリマー基材として、ポリ（オレフィン）類、例えばポリスチレンのような、ビニルポリマー類、ポリメタクリレート類、または例えば、エチレンプロピレンジエンモノマー共重合体のようなエラストマー類）、による官能化は、非極性基材中への対イオンの溶解性を増大または付与させるように、対イオンに非極性または弱極性領域を提供し得る（例えば対イオンに炭化水素テールを加える）。

【0057】ある意味で、非極性基材の場合において、このような酸は、界面活性剤として作用し、そしてそれにより、非極性または弱極性有機基材と適合する極性対イオンを提供する。一般に、本発明において使用する官能化したプロトン酸は、式 V I および V I I に表す：

【0058】

【化9】

または



ここで：Aはスルホン酸、セレン酸、ホスホン酸、ホウ酸、またはカルボン酸群；硫酸水素塩、セレン酸水素塩、またはリン酸水素塩；n\*は0から5の整数；m\*は0から4の整数で、ただしnおよびmの合計は5；R<sub>1</sub>は、アルキル、アルケニル、アルコキシ、アルカノイル、アルキルチオ、アルキルチオアルキルであって、1からおよそ20までの炭素原子を有するもの；または、アルキルアリーール、アリーールアルキル、アルキルスルフィニル、アルコキシアルキル、アルキルスルホニル、アルコキシカルボニル、カルボン酸であって、ここで前記アルキルまたはアルコキシは、0からおよそ20までの炭素原子を有するもの；または、1つまたはそれ以上のスルホン酸、カルボン酸、ハロゲン、ニトロ、シアノ、ジアゾ、またはエポキシ部分で置換された3からおよそ20までの炭素原子を有するアルキル；または、置換された、または置換されていない3、4、5、6または7員環の芳香族または脂環式炭素環であって、前記環は、一つまたはそれ以上の窒素、硫黄、スルフィニル、スルホニルまたは酸素の二価ヘテロ原子（例えばチオフェニル、ピロリル、フラニル、ピリジニル）を含有し得る。

【0059】これら単量体の酸形に加えて、R<sub>1</sub>は、多数の機能酸「A、」に依存する高分子骨格であり得る。多量体の酸の例には、スルホン化ポリスチレン、スルホン化ポリエチレンなどを包含する。これらの場合のポリマー骨格は、非極性基材中での溶解性を増大させるように、または、例えばポリマー類、ポリアクリル酸またはポリ（ビニルスルホネート）などの物質が使用され得る、より高い極性の基材に溶解させ得るように選択され得る。

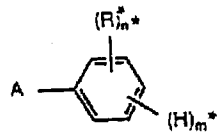
【0060】R\*は同一かまたは各存在ごとに異なり、そしてアルキル、アルケニル、アルコキシ、シクロアルキル、シクロアルケニル、アルカノイル、アルキルチオ、アリーールオキシ、アルキルチオアルキル、アルキルアリーール、アリーールアルキル、アルキルスルフィニル、アルコキシアルキル、アルキルスルホニル、アリーール、アリーールチオ、アリーールスルフィニル、アルコキシカルボニル、アリーールスルホニル、カルボン酸、ハロゲン、シアノ、または1つまたはそれ以上のスルホン酸、カルボン酸、ハロゲン、ニトロ、シアノ、ジアゾまたはエポキシ部分で置換されたアルキルであり；または、任意の二つのR置換基が一緒になって、3、4、5、6または

19

7員環の芳香族または脂環式炭素環、またはそれらの複合であって、該環またはその複合は、1つまたはそれ以上の窒素、硫黄、スルフィニル、スルホニルまたは酸素の二価のヘテロ原子を含有し得る、アルキレンまたはアルケニレン基である。R\*は典型的には、およそ1からおよそ20までの炭素、特定すれば、3から20まで、そしてさらに特定すればおよそ8から20までの炭素を有す。A-R<sub>1</sub>とした酸の記載は、H<sup>+</sup> (M<sup>-</sup>-R<sub>p</sub>) 10 11  
としたそれらの先の記載と同じであることおよび、次式で表される酸が一般構造式A-R<sub>1</sub>に包含されることは、認識され得ることである。

【0061】

【化10】



本発明の実施において使用する、好ましい官能化したプロトン酸溶質は、前記の式VIおよびVIIに表されるものであって：Aはスルホン酸、ホスホン酸またはカルボン酸；n\*は1から5までの整数；m\*は0から4までの整数で、ただしn\*およびm\*の合計は5に等しい；R<sub>1</sub>は、5からおよそ16までの炭素原子を有すアルキル、アルケニル、アルコキシ、アルカノイル、アルキルチオ、アルキルチオアルキル；または、アルキルアリール、アリールアルキル、アルキルスルフィニル、アルコキシアルキル、アルキルスルホニル、アルコキシカルボニル、カルボン酸であって、ここで、アルキルまたはアルコキシは、1からおよそ20までの炭素原子を有す；または1つまたはそれ以上のスルホン酸、カルボン酸、ハロゲン、ニトロ、シアノ、ジアゾ、またはエポキシ部分で置換された、3からおよそ20の炭素原子を有すアルキルである；R\*は、同一かまたは各存在ごとに異なり、そしてアルキル、アルケニル、アルコキシ、アリールアルキル、アルキルスルホニル、アルコキシカルボニル、または3から12までの炭素原子を有すカルボン酸、または、1つまたはそれ以上のカルボン酸、ハロゲン、ジアゾ、またはエポキシ部分で置換されたアルキルである；本発明の実施において使用する、特に好ましい官能化したプロトン酸溶質は、前記の式VIおよびVIIに表されるものであって：Aはスルホン酸またはカルボン酸；n\*は1から3までの整数；m\*は0から4までの整数で、ただしn\*およびm\*の合計は5に等しい；R<sub>1</sub>は、6からおよそ14までの炭素原子を有すアルキル、アルケニル、アルコキシ；または、アリールアルキルであって、ここで、アルキルまたはアルキルの一部またはアルコキシは、4からおよそ14までの炭素原子を有す；または1つまたはそれ以上のカルボン酸、

からおよそ14の炭素原子を有すアルキルである；R\*は、同一かまたは各存在ごとに異なり、そして、4から14までの炭素原子を有す、アルキル、アルコキシ、アルキルスルホニル、または、そのアルキル中に4から14までの炭素原子を有し、1つまたはそれ以上のハロゲン分子でさらに置換されたアルキル。

【0062】特に好ましい実施態様の中で、本発明の実施において使用する、最も好ましい官能化したプロトン酸溶質は、前記の式VIおよびVIIに表されるものであって：Aはスルホン酸；n\*は1または2の整数；m\*は3または4の整数で、ただしn\*およびm\*の合計は5に等しい；R<sub>1</sub>は、6からおよそ14までの炭素原子を有すアルキルまたはアルコキシ；または、1つまたはそれ以上のハロゲン部分で置換された、6からおよそ14までの炭素原子を有するアルキルであり；R\*は、4から14まで、特定すれば12の炭素原子を有する、アルキル部分またはアルコキシ部分、または、1つまたはそれ以上のハロゲンで置換されたアルキル部分である。

【0063】本発明の最も好ましい実施態様において、官能化したプロトン酸溶質は、ドデシルベンゼンスルホン酸である。

【0064】使用される官能化したプロトン酸の量は、要求される導電率の程度によって、変化し得る。一般に、十分に官能化したプロトン酸をポリアニリンを含有する混合物に添加することにより導電性物質を形成する。使用される官能化したプロトン酸の量は少なくとも、一般に、少なくともおよそ $10^{-9} \text{ S-cm}^{-1}$ の導電率を有する導電性ポリマー（溶液状態かあるいは固体状態）を提供するのに十分な量である。一般則として、必要量はかなり少量であり、すなわち、10重量%（組成物全体をベースとして）または要求される導電率を付与するために予測される量よりも少ない。これは、プロトン酸の官能化した対イオンが、単に基材中で分散または懸濁しているわけではなく、基材中で、溶解または十分に混合されていることに起因する。導電率の上限値は、決定はしておらず、使用されるポリアニリンのタイプに応じて変動し得る。一般に、得られる導電率の最高値は、ポリマーの環境安定性に過度に不利な影響を与えることなしに、得られる。本発明の好ましい実施態様において、使用される官能化したプロトン酸の量は、少なくともおよそ $10^{-10} \text{ S-cm}^{-1}$ の導電率を提供するのに充分であり、そして特に好ましい実施態様においては、少なくともおよそ $10^{-8} \text{ S-cm}^{-1}$ の導電率を提供するのに充分である。これら特に好ましい実施態様の中で、最も好ましい実施態様は、置換されていないポリアニリンを使用し、および十分な量の酸を使用することにより、少なくともおよそ $10^{-6} \text{ S-cm}^{-1}$ の

の成分は、基材である。基材は、絶縁性または半導性の物質である。この基材は、有機溶媒であり得るし、または、ポリアニリンおよびドーパントを有する。目的とする充分な混合物（溶液など）を形成するように加工処理の間に流動（液体または半固体）体へ投入し得る、バルクのオリゴマー物質またはポリマー物質またはプレポリマー物質であり得る。非極性の対イオンの場合においては、非極性または弱極性の溶媒またはポリマーを基材として使用することが好ましい。本明細書中で使用する「非極性または弱極性の有機溶媒、またはオリゴマーまたはポリマー液体」などは、熔融による流動体であるかまたはそれとみなされ得て、そして、室温での誘電率が、約2.2に等しいかそれ以下である物質を表している。これら基材は好ましくは、通常の有機溶媒、または溶解性、展性のあるオリゴマーまたはポリマーであって、誘電率が1.5かそれ以下のものである。特に好ましい非極性の基材は、誘電率がおよそ1.0に等しいかそれ以下である、前記溶媒、またはオリゴマーまたはポリマーである。

【0066】有用な通常の溶媒の例には、以下の物質が含まれる：置換されたまたは置換されていない芳香族炭化水素類（例えば、ベンゼン、トルエン、p-キシレン、m-キシレン、ナフタレン、エチルベンゼン、スチレン、アニリンなど）；高級アルカン類（例えば、ペンタン、ヘキサン、ヘプタン、オクタン、ノナン、デカンなど）；環状アルカン（例えば、デカヒドロナフタレン）；ハロゲン化アルカン（例えば、クロロホルム、ブロモホルム、ジクロロメタンなど）；ハロゲン化芳香族炭化水素類（例えば、クロロベンゼン、o-ジクロロベンゼン、m-ジクロロベンゼン、p-ジクロロベンゼンなど）；アルコール類（例えば、m-クレゾール、ベンジルアルコール、2-ブタノール、1-ブタノール、ヘキサノール、ペンタノール、デカノール、2-メチル-1-プロパノールなど）；高級ケトン類（例えば、ヘキサノン、ブタノン、ペンタノンなど）；複素環式化合物類（例えばモルホリン）；ペルフルオロ炭化水素類（例えばペルフルオロデカリン、ペルフルオロベンゼンなど）である。例えばキシレンおよびクロロベンゼンの混合物のような非極性有機溶媒の混合物もまた、使用し得る。

【0067】半導体（すなわち、 $10^{-8} \text{ S-cm}^{-1}$ までの導電率を有する物質）の例には、ドーパされていないかまたは軽度ドーパされ、共役された、ホモポリマーまたは共重合体を包含する。（例えば、ポリチオフェン類、ポリピロール類、ポリアセチレン類、ポリパラフェニレンスルフィド、ポリ（パラフェニレンビニレン）類などである。

【0068】その他の有用な基材には、液化性（溶解性）のバルクのオリゴマーおよびポリマーを包含する。有用なオリゴマー液体の例としては、液化性高級アルカ

ン類（例えばヘキサトリアコンタン、ドトリアデカン、オクタドデカン）；分枝状高級アルカン類およびワックス類、およびペルフルオロ化高級アルカン類およびワックス類がある。有用なポリマー基材の例としては、液化性ポリエチレン類、イソタクチックポリプロピレン、ポリスチレン、ポリ（ビニルアルコール）、ポリ（エチルビニルアセテート）、ポリブタジエン類、ポリイソプレン類、エチレンビニレン共重合体類、エチレン-プロピレン共重合体類、ポリ（エチレンテレフタレート）、ポリ（ブチレンテレフタレート）および、ナイロン12、ナイロン8、ナイロン6、ナイロン6.6などのナイロン類である。有機溶媒にポリマー類を添加した混合物も使用され得、この場合の溶媒は、可塑剤として、ポリマーに役に立ち得る。

【0069】どのような特定の条件下においても、使用のために選択される有機基材は、主として、ポリアニリン、および／または、官能化したプロトン酸、および／または、置換されたまたは置換されていないポリアニリンとのブレンドを形成するために選択された1種またはそれ以上の他のポリマー類の種々のR置換基に依存する。一般に、ほとんど極性のない置換基、および／または、ポリブレンドの調製に使用される、ほとんど極性のない他のポリマー類は、低い誘電率を要求する。逆説に、より極性の高い置換基、および／または、ポリブレンドの調製に使用される、より極性の高い他のポリマー類は、高い誘電率を要求する。

【0070】好ましい通常の有機溶媒は、トルエン、キシレン類、スチレン、アニリン、デカヒドロナフタレン、クロロホルム、ジクロロメタン、クロロベンゼン、モルホリンであり、そして、特に好ましい有機溶剤は、トルエン、キシレン類、デカヒドロナフタレン、およびクロロホルムである。これら実施態様の中では、溶媒は、キシレンのような芳香族炭化水素であり、そして、クロロホルムのようなハロゲン化炭化水素である。

【0071】（全体の比率）各物質の比率は、決定してなくて、広く変動し得る。しかしながら、以下のガイドラインが、本発明において特に有用な物質を生成する上で重要と考えられる。官能化したプロトン酸の量は可塑性の組成物または溶液が形成されるかどうかの決定に役立ち得る。一般に、プロトン化（官能化した対イオンに関連する）の程度が高いほど、溶媒中のプロトン化した導電性ポリマーの溶解性は大きくなる。逆説に、プロトン化の程度が小さいほど（および官能化した対イオンの濃度が低いほど）、溶媒中の導電性ポリマーの溶解性は小さくなるが、ポリマーは、依然可塑性を有する。例えば、実施例5および6に示されるように、置換されていないポリアニリンの場合、プロトン化のレベルはアニリン繰り返し単位あたり、およそ1.0かそれ以上の当量の官能化したプロトン酸である時、溶解性導電性ポリアニリンが提供される。しかしながら、プロトン化の

レベルがアニリン繰り返し単位あたり、およそ1より小さい当量のプロトン酸である時、可塑性導電性ポリマーが形成される。前記のように、十分なプロトン化により、溶解性導電性ポリマーまたは可塑性導電性ポリマーのいずれかが形成される。本発明の好ましい実施態様では、プロトン酸添加のレベルは、導電性ポリマー類の溶液が得られる程度である。

【0072】一般に、液体または半固体として、どのような量でも、少なくともプロトン化された導電性ポリマーを有する粘性ゲルを形成するので、溶液の量の比としての溶媒基材の量は、決めることはないと考えられる。本発明のこれら粘性の実施態様は導電性サーキットリー(circuitry)のシルクスクリーニング(silk screening)および基材上の薄膜被膜への適用に、特に有用である。しかしながら、その他の適用には、かなり短い時間内、すなわち30分かそれ以下、コンテナ形状または型に適合するのに少なくとも十分な程度に流動するような点まで；または、フィルムおよびファイバーに押し出せるような点までゲルまたは溶液の粘度を下げるのに十分な液体溶媒を使用することが好ましい。好ましくは、このような液体は、溶液の粘度をおよそ10,000センチポアズより低くするのに十分な量で存在し、そしてさらに好ましくは、1からおよそ1000センチポアズである。

【0073】本記載のように、本発明における導電性ポリマー組成物は、ポリアニリン、プロトン酸、および溶媒または可塑性基材（すでに記したように、いくつかの場合ではプロトン酸であり得る）を含有する。これら物質の相対比率は、以下のような範囲であり：0.01重量%から100重量%のポリアニリンおよびプロトン酸99.99%から0%の基材、好ましくは、0.01重量%から99重量%のポリアニリンおよびプロトン酸99.99%から1%の基材、さらに好ましくは、0.05%から50%のポリアニリンおよびプロトン酸および99.95%から50%の基材。

【0074】これらの割合は非常に好ましい組成物として以下を含むように表現され得る。

【0075】ポリアニリン 1重量部。

【0076】プロトン酸 アニリンの繰り返し単位10毎に少なくとも1つのプロトン酸のプロトンそして好ましくは繰り返し単位8毎に少なくとも1つから各アニリン繰り返し単位毎に20のプロトン酸のプロトンまで—典型的には、0.01重量部から20重量部まで。

【0077】基材（過剰の酸を含有する） 0.1部から500部まで、特定すれば0.2部から200部まで。

【0078】ポリアニリンのホモポリマーまたは共重合体、官能化したプロトン酸および基材に加えて、本発明の組成物には、必要に応じて他の成分を含有し得る。このような任意の成分の性質は、広く変え得るし、そし

て、ポリマー物品を含む技術分野の当業者に公知物質を包含し得る。溶解性の成分に関しては、溶液または溶液から誘導された最終的な物品のいずれも、その物理的または機械的性質を変化させ得る物質が存在し得る。このような物質の例は、可塑性剤類、オリゴマー類または他の通常のポリマー類（例えばポリカーボネート、ポリアクリロニトリル、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリジン、ポリビニルアルコール、ポリエチレンオキサライド、ポリスチレン、ナイロン、セルロースアセテートブチレート、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリプロピレンセルロースアセテート、ポリフェニレンオキサライドなど）である。不溶性の4番目の成分に関しては、組成物からキャストされる導電性ポリマーのベースを調合または形成する物質が存在し得る。これら4番目の成分は、他の導電性ポリマー類、他のポリマー類（例えば、ドーピング時に導電性になり得るポリ(3-アルキルチオフェン)、グラファイト、金属導体、補強ファイバー類および不活性充填剤（例えば粘土およびガラス））である。これら4番目の成分は、全混合物中の98%程度で存在し、そして、必要に応じて、全く除去し得る。概して、商業的に魅力のある生成物では、全最終生成物の2重量%から95重量%で4番目の成分として、これらが添加される。

【0079】（プロセッシング）本発明の組成物を形成する方法は、広く変更可能である。しかしながら、ある段階で、流体（液体、半固体、または溶融体）中でポリアニリンおよびドーパントで加工される基材の適切で十分な混合物を確実に得ることは重要である。

【0080】例えば、プロトン化されたアニリンポリマーおよび官能化した対イオンを含有する本生成物を形成する方法の一つの方法は、同時に、アニリンポリマー、官能化したプロトン酸および液体としての溶媒を反応させることである。従って、例えば、固形パウダーとしてポリアニリン、液体としてキシレン、および液体としてドデシルベンゼンスルホン酸(DBSA)を混合容器に投入することにより、プロトン化された導電性ポリマーが形成され、そしてこの導電性ポリマーはキャストされ得る。充分な量のDBSAが所望の量のポリマーをドーピングするのに用いられ、そして、充分な量の溶媒が溶液の粘性を制御しやすいレベルにまで減少させるのに使用される、このような混合の条件は、決定したものではない。

【0081】本発明における、プロトン化された導電性ポリマーを含有する生成物を調製する別の方法は、最初にポリマーと溶媒とを混合し、その後、官能化したプロトン酸を溶液または二相系に添加することである。従って、例えば、ポリアニリンパウダーをキシレン溶媒に混合した場合は、このパウダーは通常条件下で、長期間溶媒中に懸濁したままとなる。この懸濁液への官能化したプロトン酸、例えばDBSA、の添加は、上記パウダーのプロトン化を引き起こし、そして、その後、プロト

ン化された導電性ポリマーの膨潤および可溶化を引き起こす。

【0082】他の方法においては、最初に固体ポリマーパウダーを官能化したプロトン酸、例えばDBSA、と混合し、そして、ポリマーはプロトン化される。その後、プロトン化されたポリマーを例えばキシレンと混合し、そして溶液が形成される。

【0083】ポリアニリンのホモポリマーまたは共重合体、および官能化したプロトン酸を含有する溶液を調製する他の方法では、実施例16に記載のように、官能化したプロトン酸存在下の非極性または弱極性溶媒または可塑性液体中で、直接的に上記ポリマーが合成される。この方法は、官能化したプロトン酸が、ここでの乳化重合において界面活性剤として機能し、そして、高分子量の上記ポリマー、およびエマルジョン由来の高い導電率の生成物が得られる点で、特に興味深い。

【0084】他の方法では、本発明における物質は、3段階で調製され得る。最初にエメラルジン塩中に、ポリアニリンを含有する溶解性導電性ポリアニリン複合体が、 $H^+ (M^- - R_p)$  が官能化したプロトン酸である場合、 $(M^- - R_p)$  である対イオンと複合体を形成する。実例として、 $M^- = SO_3^-$   
 $R_p =$ カンホルである。

【0085】そして、溶解性の導電性ポリアニリン複合体を所望の量のPMMAまたはその他のいかなる適当な非晶質のバルクポリマーとも適当な有機溶媒中で共溶解する。この二つの成分（導電性ポリアニリン複合体および、例えば、上記のPMMA）の濃度は、最終物である導電性フィルム（基材上のキャストイングおよび溶媒の蒸発後に透明であり得る）において所望の割合になるように選択される。

【0086】そして、上記導電性フィルムは、電極、帯電防止被覆材などとして使用するために基材上にキャストされる。キャストイング（スピんキャストイング、ドロップキャストイング、ドクターブレードの使用など）の詳細な方法は、二次的基準（例えば、製造の容易性、コスト、基材の形状など）に矛盾のないように選択される。

【0087】別のルートは、二つの段階を有する。最初に、導電性の置換されるかまたは置換されていないポリアニリン複合体およびPMMA（またはその他の非晶質、溶解処理し得るバルクポリマー）のポリブレンドを直前に記載の方法を使って調製し、続いて溶媒の蒸発を行って、所望の組成物の固体のポリブレンドを得る。溶解し、そして、所望の表面上に導電性ポリブレンドを被覆することにより、フィルムが形成される。この別ルートは、導電性が、複合体表面を有する基材上に直接形成され得るという独特の利点を有する。

【0088】本発明における導電性ポリマーを含む生成

物または形成体の形成後、それらを延伸またはそうでなければ屈曲することにより、しばしば、それらの物理的または電気的性質を増大させ得る。このプロセスおよびその満足すべきガイドラインは実施例中に記載される。

【0089】本発明の溶液または可塑性組成物を使用するためには、種々の方法が考えられる。上記溶媒は、好ましくは、蒸発による除去だけに限らず、どのような通常の溶媒除去方法の使用でも、溶液から除去し得る。あるいは、上記溶媒および未反応の官能化したプロトン酸がドーピングされたポリマーよりも実質的に溶解性が高い場合に、抽出剤を用いる抽出により、除去され得る。液化または溶融したオリゴマーまたはポリマーが基材として使用される場合には、固体の導電性物品は、単純に、上記液状組成物を冷却することにより、形成され得る。これは、射出成形、溶融押し出しなどにおいて、通常行われる。あるいは、重合し得るモノマーが溶媒として使用される場合は、固体の導電性物品は、上記モノマーの重合により形成され得る。後者二つの方法においては、溶媒の除去を要しない。

【0090】ポリマーの加工分野における当業者に理解されるように、溶液から、溶媒を除去することより、成形されたポリマー物品を形成する能力は、広い範囲の形状およびサイズの各物品を調製することを可能とする。従って、例えば、本溶液または表面上に塗布された可塑性組成物から揮発分を除去することにより、所望のどのような厚さのフィルムも調製される。上記溶液を型板を通して押し出すことにより、ファイバーまたはフィルムが製造され得る。同様に、上記溶液または種々の形状の型に入った可塑性組成物から揮発分を除去することにより、型の形状に一致する、成形された物品が調製され得る。溶液の流動し得る最終の状態と最終物品の間の時期で、若干の収縮が起こり得るが、このような収縮が溶液からのポリマーの成形に関与することは、理解されることである。いったん溶液または溶融物が形成された場合、表面上または型に溶液を移す以前に一部または実質的な溶媒の除去は、表面上または型において生じる溶媒の最終的な排出とともに、起こり得ることもまた、予想されることである。4番目のまたは添加した溶解性成分が上記溶液中に投入された場合は、それらが、揮発分でない場合は形成された成形物品中に存在することも、予想されることである。上記4番目の成分が非揮発性液体である場合は、揮発分の除去は、プロトン化された導電性ポリマーまたはドーピングされていない中性ポリマーの新たな液体または可塑性体が残留し得る。添加した成分が揮発性の場合は、泡立ったりまたは伸張した多孔質のポリマーが形成され得る。

【0091】4番目または添加した不溶性の成分が上記の溶液または溶融物中に存在する（または懸濁している）場合は、プロトン化された導電性ポリマーは、不溶

性物質の周囲に形成されるか、または、それらで満たされる。例えば、添加した成分がガラスファイバーである場合は、ファイバーの相対量およびプロトン化されたポリマーの残留物は、ファイバーで満たされるポリマー、ポリマーで被覆または含浸されたファイバー、またはファイバーおよびプロトン化された導電性ポリマーのある種の間複合体の何れかの形成を引き起こす。不溶性成分の量がかなり、プロトン化された導電性ポリマーの残留物を超過するシステムの場合は、プロトン化された導電性ポリマーで被覆または含浸された不溶性成分の個別の粒子が形成される。不溶性成分および、本発明のポリマーの溶液または溶融物から形成される物品の例には、導電性ポリマーで被覆された、鋭敏な電気装置（マイクロプロセッサ）用ハウジング類、赤外線およびマイクロ波吸収シールド類、可動性電気伝導コネクタ類、導電性ベアリング類、ブラシ類および半導体の光伝導体の接合部、電子部品の包装用帯電防止物質、カーペットファイバー、コンピューター室の床用ワックスおよびプラスチック用帯電防止スプレーフィニッシャー、および CRT スクリーン、エアークラフト、自動窓など用の、薄形の光学的に透明性の帯電防止仕上げなどが包含される。

【0092】液体水銀が種々のデバイスに多くの方法で利用されるように、液状導電体または液状半導体の何れかのような、本発明の溶液または溶融物が利用されることは、予想されることである。このようなデバイスの例には、重力スイッチ類、流体レベル検出デバイス類、または他の電氣的または電子的スイッチが包含される。このような用途は、溶液の導電率を基礎とし、そして、キシレン中で、DBSA によるプロトン化されたポリアニリンの場合は、比較的高い電気伝導性で表され得る。

#### 【0093】

【実施例】以下の特定の実施例は、本発明の例示のために提示されるのであって、これに限定する意味ではない。

【0094】（実施例1）ポリアニリンを Y. Cao、A. Anderjaska、A. J. Heeger および P. Smith、Polymer、30（1989）2305 に記載された方法により調製した：新しく蒸留したアニリン（Aldrich）40ml、35%のH

C1（Fisher）50ml および蒸留水 400ml の溶液を 1 リットルのエーレンマイヤーフラスコ内で調製した。このフラスコを 0℃ に維持したクーリングバス中に置いた。 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ （Aldrich）46g および蒸留水 100ml からなる酸化剤溶液を添加することにより、重合を行った。酸化剤を全て添加した後（2hr）、フラスコに蓋をし、さらに 3 時間撹拌に供した。沈殿したポリマーパウダーを回収し、濾過し、そして蒸留水で洗浄液の pH が 6-7 になるまで洗浄した。次いで、ポリマーをメタノールで液が澄むまで洗浄し、その後残留水および残留メタノールを除去するためにエチルエーテルで洗浄した。最後に、ポリマーを室温で 48 時間真空中で乾燥した。エマルゲン塩基形態のポリアニリンをポリアニリン塩の補償により調製した。ポリアニリン塩 10g を 3% の  $\text{NH}_4\text{OH}$  溶液 1000ml とともに室温で 2 時間撹拌した。得られたエマルゲン塩基を濾過（filtered）、洗浄液の pH が 7-8 になるまで洗浄した。次いで、ポリマーをメタノールで洗浄液が無色になるまで洗浄し、その後メチルエーテルで洗浄した。エマルゲン塩基を室温で 48 時間動的（dynamic）真空中で乾燥した。得られたポリマーはいかなる一般的な非極性または弱極性の溶媒にも不溶であり、かつ高分子量であり、97% の硫酸中 25℃、0.1% w/w で測定したこの非導電性ポリアニリンの固有粘度が、1.2 dL/g であった。

【0095】（実施例2）実施例1で調製した非導電性形態のポリアニリン 5.43g（アニリン 0.06M）と p-ドデシルベンゼンスルホン酸（DBSA）（Tokyo Kasei）9.79g（0.03M）とを、メノウ乳鉢および乳棒を用い、窒素で満たした乾燥バッグ中で完全に混合した。DBSA のアニリン繰り返し単位に対するモル比は 0.5 であり、エマルゲン塩基形態を導電性塩基形態に完全にプロトン化するのに十分であった。

【0096】（実施例3）実施例2を異なるプロトン酸を用いて繰り返した。得られた材料を圧縮したペレットの導電性を、実施例2の物質の導電性ととともに表1に示す。

#### 【0097】

【表1】

表 1.

種々のプロトン酸によりプロトン化されたポリアニリン塩の導電率 (σ)

酸	σ (S/cm)
スルホン酸類 :	
H	22
CH <sub>3</sub>	71
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	79
C <sub>6</sub> H <sub>13</sub>	10
C <sub>8</sub> H <sub>17</sub>	19
CF <sub>3</sub>	10
C <sub>6</sub> F <sub>17</sub>	4.8
3-クロロキシプロパン-	35.5
(L,D) キンホル-	1.8
(1S)-(+)-キンホル-	2.7
(1R)-(-)-キンホル-	2.0
ジオキシルスルホキシネート	5.8
ベンゼン-	41
p-トルエン-	22
4-エチル-ベンゼン-	17
m-キシレン-4-	1.4
4-ドデシル-ベンゼン-	26.4
m-ニトロベンゼン-	5.4
O-アニリン-5-	7.7x10 <sup>-3</sup>
p-クロロベンゼン-	7.3
p-ジクロロベンゼン-	6.3
2,4,5-トリクロロベンゼン-	1.3x10 <sup>-1</sup>
アニリン-2-	2.0x10 <sup>-2</sup>
4-ニトロトルエン-2-	5.7x10 <sup>-2</sup>
m-フェニレンジアミン-	2.0x10 <sup>-3</sup>
2-クロキシ-4-メトキシ-ベンゾアミン-5-	1.3x10 <sup>-3</sup>
2-ナフタレン-	0.05
1-ジメチル-2-ナフタレン-4-	
3-ニルアナレン-	0.2
8-ヒドロキシ-5,7-ジメチロ-2-ナフタレン-	8.0x10 <sup>-3</sup>
4-ヒドロキシ-3-メトキシ-1-ナフタレン-	2.4x10 <sup>-3</sup>
3-ピリジン-	1.0x10 <sup>-1</sup>
8-エトキシピリジン-5-	1.3x10 <sup>-5</sup>
ポリスチレン-p-	0.1
ポリ (メタクリル酸アンホリド-スチレン-p-)	10 <sup>-6</sup>
(他) :	
ドデシル スルフェート	4
テトラ- <i>n</i> -アシルアンモニウム クロゲン スルフェート	2.7x10 <sup>-5</sup>
C <sub>4</sub> F <sub>9</sub> COOH	4.5x10 <sup>-4</sup>
C <sub>8</sub> F <sub>17</sub> COOH	2.7
C <sub>6</sub> F <sub>5</sub> OH	6.8x10 <sup>-3</sup>
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> (BOH) <sub>2</sub>	1.4x10 <sup>-7</sup>
ビス(2-エチルヘキシルクロゲンホスフェート)	7
ジフェニルクロゲンホスフェート	1.5

\* 165℃で30分加熱した。

ポリアニリンは多様なプロトン酸によりプロトン化し得ることが本実施例により示された。

【0098】(実施例4) 実施例2の物質0.1gとDBSA 0.1gとを混合した。この混合物をキシレン20g中に入れ、超音波バス中で48時間処理し、次いで遠心分離した。ポリアニリン-DBSA複合体のほとんどが溶解し、暗緑色の溶液を得られた。デカントにより、若干の不溶固体を除去した。

【0099】(実施例5) 実施例4の溶液をエバポレートして固体を得、アセトンで洗浄して余剰DBSAを除去した。このようにして得られたポリアニリン-DBSA複合体の重量を測り、該溶液中の導電性ポリアニリン複合体の含有量を計算した。その後、以下の範囲で変化する追加量のDBSAを用いた以外は、実施例2を繰り返した：0 (すなわち実施例2の基準物質である)、0.05、0.2、0.3、0.4および0.5g。導電性ポリアニリン-DBSA複合体の該溶液中での濃度を求め、溶液中でのPhNに対するDBSAの総量のモル比に対してプロットしたのが図1Aである。これらの

結果は、可溶性導電性のポリアニリン-DBSAを得るためには、アニリン繰り返し単位あたり0.5当量以上の官能化されたプロトン酸が必要であることを示している。これ未満の量では、ドーピングされた、導電性の可塑性形態のポリマーとなる。

【0100】(実施例6) キシレン10g中のPANi-DBSA (DBSA/PhN=0.5) 塩の初期量をキシレン10g中1gとした以外は、実施例5を繰り返した。この複合体のDBSA/PhNモル比に対するキシレンへの溶解度を、図1Bに示す。

【0101】(実施例7) 実施例2由来の物質1gと追加DBSA 1gとを混合し、DBSA/アニリンのモル比を1.3にした。得られた混合物の溶解度を種々の溶媒中で試験した。混合物0.1gを種々の溶媒10g中に入れ、室温で1時間攪拌した。その結果を表2に示す。

【0102】

【表2】



表 2

重合した溶液中におけるポリアニリン-DBSA (DBSA/PhN = 1.3)  
の溶解性

溶媒	溶解	誘電率 (室温)
トルエン	可	2.4
1,2,4-トリクロロベンゼン	可	5
クロロホルム	可	4.8
デカリン	可	2.2
キシレン類	可	2.2-2.6

\* ~ 80°C 以上

DBSAの代わりにヘキサンスルホン酸およびオクタンスルホン酸を用いて実施例2および5の上記実験を繰り返したところ、同様の結果が得られた。

【0103】(実施例8) 実施例2を繰り返した。モル比DBSA/PhN=0.5のPANi-DBSAと表3に挙げる種々の可塑剤とを混合した。PANi-DBSA複合体(DBSA/PhN=0.5)のキシレンへ

の溶解度も表3に挙げる。非極性有機溶剤にPANi-DBSA複合体を溶解するために実施例5で用いた余剰DBSAを、広範囲の非酸性添加剤によって代替し得ることが、本実施例により示された。

【0104】

【表3】

表 3. 可塑性添加剤の存在下でのDBSA/PhN=0.5のキシレンへの溶解度

添加剤 (A)	商標	A/PhN モル比	溶解度 (%)
7エノール類:			
4-ヘキシルオキシ7エノール $C_6H_{13}OC_6H_4OH$		0.5	0.3
3-ペンタデシル7エノール $CH_3(CH_2)_{14}C_6H_4OH$		0.5 0.75	6.8 10.2
1ニル7エノール $C_9H_{19}C_6H_4OH$		0.5	0.2
4-ドデシル7エノール		2.0 0.5	7.1 1.4
4-(tert-ブチル)7エノール $(CH_3)_3C-C_6H_4OH$		1.0 1.0 2.0	8.7 4.4 7.8
2,6-ジ-tert-ブチル-4-メチル7エノール $[(CH_3)_3C]_2C_6H_2(CH_3)OH$	BHP	1.0	0.7
3,4-ジメチル7エノール $(CH_3)_2C_6H_3OH$		1.0	0.5
2,6-ジメチル7エノール $(CH_3)_2C_6H_3OH$		1.0	1.9
アルキル スルホネート類:			
メチル p-トルエンスルホネート $CH_3C_6H_4SO_3CH_3$		0.5	2.0
エチル p-トルエンスルホネート $CH_3C_6H_4SO_3C_2H_5$		0.5	2.0
n-ヘキシル p-トルエンスルホネート $CH_3C_6H_4SO_3C_6H_{13}$		0.5	0.4
エチルDBSA		0.5	0.6

(表3) ユーザ

スルホンアミド:

イソプロピルアミン アリキルアミン  
 $C_{12}H_{25}(C_6H_4)SO_3H-(CH_2)_2CHNH_2$

アルコール類:

1-ドデシル-1-ル  
 $CH_3(CH_2)_{10}CH_2OH$

1-トリデシル-1-ル  
 $CH_3(CH_2)_{11}CH_2OH$

1-ドデシル-1-ル  
 $CH_3(CH_2)_{20}CH_2OH$

エトキシラート  
 $CH_3(CH_2)_xCH_2(OCH_2CH_2)_nOH$   
 $x=10-14, n=1.3$

エトキシラート  
 $CH_3(CH_2)_xCH_2(OCH_2CH_2)_nOH$   
 $x=5-8, n=1.0$

エトキシラート  
 $CH_3(CH_2)_xCH_2(OCH_2CH_2)_nOH$   
 $x=10-12, n=3$

エトキシラート  
 $CH_3(CH_2)_xCH_2(OCH_2CH_2)_nOH$   
 $x=5-8, n=2$

ポリ(オキシ-1,2-エタンジール), アルキル  
 (1ニルフェニル)-2-ヒドロキシ  
 $(C_2H_4O)_4C_{15}H_{24}O$

石炭酸誘導体アリキルアルコール エトキシラート  
 ペンモニウム塩

IPAM 0.5 0.3

0.5 0.2

0.5 0.3

0.5 0.7

アルモニック  
 (Alfonic)  
 1216-22

0.5 0.5

アルモニック  
 (Alfonic)  
 810-40

0.5 0.9

アルモニック  
 (Alfonic)  
 1412-40

0.5 0.4

アルモニック  
 (Alfonic)  
 810-60

0.5 0.3

レガポン  
 (Legpon)  
 CO-430

0.5 0.5

スタンダポル  
 (Standapol)  
 EA-3

0.5 0.5

20

\*

表 4. 種々の有機溶媒中への PANi-CSA の溶解性

溶媒	室温における溶解性
m-クレゾール	⊕
p-クレゾール	⊕
2-エチルフェニール	⊕
2-tert-ブチルフェニール	⊕
ジイソプロピルフェニール	⊕
α', α'', α'''-トリフルオロ-m-クレゾール	⊕
3-メトキシフェニール	⊕
2-メトキシ-4-メチルフェニール	⊕
キシレン (+10% )ニルフェニル)	⊕
キシレン (+10% )ペンタデシルフェニール)	⊕
ベンジール アルコール	⊕
3-メチルベンジール アルコール	⊕
フェニルエタノール	⊕
クロロホルム	⊕
ジクロロエタン	⊕
トリクロロベンゼン	⊕

⊕ 易溶, 溶解度が 10% (w/w) 以上。

○ 可溶, 溶解度が 10% (w/w) 未満。

(実施例 10) PANi および選択した官能化されたプロトン酸の溶解性を、非極性および弱極性有機溶媒中で試験した。その結果を表 5 に挙げる。

\* (実施例 9) DBSA の代わりに (±)-10-カンホルスルホン酸 (CSA) を用いて、実施例 2 および 5 を繰り返した。PANi-CSA 複合体 (CSA-PhN 0.5 および 0.7) 2.4 g および 8 g を、実施例 2 と同様に m-クレゾール 100 g 中で処理した。PANi-CSA 複合体は室温で溶解し、粘性の暗緑色溶液が得られた。同様な結果が、光学活性な (1S)-(+)-10-カンホルスルホン酸および (1R)-(-)-10-カンホルスルホン酸について得られた。PANi-DBSA 系とは異なり、余剰な官能化されたプロトン酸 (すなわちアニリン PhN 繰り返し単位あたり 0.5 当量以上の酸) は、m-クレゾール中へ溶解した PANi-CSA の場合には必要でないことを、本実施例は示している。種々の有機溶剤中への PANi-CSA の室温での溶解性を表 4 に挙げる。

【0105】

【表 4】

【0106】

【表 5】

表 5.

官能化された対イオンを有する様々なプロトン源によってプロトン化された PANI の  
室温での溶解性

酸	溶解性			
	テカリン	キシレン	CH <sub>3</sub> Cl	m-クレゾール
<u>官能化されたスルホン酸:</u>				
C <sub>6</sub> H <sub>13</sub> -	○	○	○	○
C <sub>8</sub> H <sub>17</sub> -	.	○	○	○
C <sub>8</sub> F <sub>17</sub> -	.			
4-ドデシル-ベンゼン-	⊕	⊕	⊕	○
(L,D) カンホル-			○	⊕
エチルベンゼン-		○	○	○
O-アニジジン-5-				○
p-クロロベンゼン-				○
ヒドロキシベンゼン-				○
トリクロロベンゼン-				○
2-ヒドロキシ-4-メトキシ-ベンゾフェノン-				○
4-ニトロヒン-2-				○
ジニルナフタレン-	○	○	○	○
4-メチルホリンエタン-				○
2-[[11s(ヒドロキシメチル)メチル]アミノ]-1-エタン-				⊕
<u>他:</u>				
C <sub>8</sub> F <sub>17</sub> COOH	.			
ビス(2-エチルヘキシル				
ヒドロゲンオスフェート)	⊕	⊕	⊕	
ジフェニルヒドロゲンオスフェート	○	○	○	

- ⊕ 易溶、溶解度が 10% (w/w) 以上。  
○ 可溶、溶解度が 10% (w/w) 未満。  
・ ペルフロアルカン、トリメチルペルフロロテカリンへ溶解。

(実施例 11) 実施例 4 と同様に溶液を調製し、ガラスプレート上にキャストした。キシレンをエバポレートし、得られたフィルムをアセトンで洗浄して余剰 DBSA を除去した。残存フィルムを室温で乾燥したところ、 $20 \text{ S} \cdot \text{cm}^{-1}$  の 4 プローブ導電性を有していた。

【0107】上記の実験を、キシレンの代わりにクロロホルム、トリクロロベンゼン、トルエンまたはデカリンで繰り返したところ、同様の結果が得られた。

【0108】(実施例 12) 実施例 3 と同様に調製した溶液 5 g を、超高分子量ポリエチレン (UHMWPE Hostalen GR 412、重量平均分子量 2,000,000) 0.17 g、抗酸化剤 0.01 g、およびキシレン 17.4 ml と混合し、オイルバス中で  $126.6^\circ \text{C}$  にて 1 時間加熱した。得られた高温の溶液をアルミニウムプレート上にキャストした。キシレンを室温の空气中でエバポレートすることにより除去した。ポリ

11. 8% w/w であった。同様の実験を繰り返したが、ポリアニリン-DBSA 複合体の含有量は 7.1% および 13.4% w/w とそれぞれ変化した。フィルムの一部を、ホットプレート上で  $105^\circ \text{C}$  にて引張比  $\lambda = 40$  ( $\lambda = \text{最終長を初期長で割ったもの}$ ) になるまで延伸した。この延伸フィルムは、顕著な機械特性 (ヤング率  $40 \text{ GPa}$  以上かつ引張強度  $2 \text{ GPa}$  以上) を有していた。未延伸フィルムおよび延伸フィルムの導電性を、標準的な 4 プローブ法を用いて測定した。その結果を表 6 に要約する。本実施例における引張の使用は、ポリマーの物理的および電気的特性を向上させるためにおこなう、導電性ポリマー構造の物理的変形の一般的な使用の一例である。約 50% 変形から 200 倍変形の量の変形、延伸、引張等が好適に用いられ得る。

【0109】

【表 6】

表 6

PANi-DBSA含有UHMW PE複合フィルムの電気導電率

PANi-DBSA 含有率 (%)	導電率 ( $S \cdot cm^{-1}$ )	
	未延伸	延伸
7.1	$8.4 \times 10^{-4}$	$2.5 \times 10^{-2}$
11.8	$2.9 \times 10^{-1}$	3.9
13.4	$2.9 \times 10^{-2}$	11.5

高性能ポリオレフィン調製におけるこの可溶形態の導電性ポリアニリンの使用の実現可能性を、本実施例は実証している。

【0110】（実施例13）超高分子量ポリエチレンの代わりにイソタクチックポリプロピレン（ $M_w \sim 100,000$ ダルトン）を用いて、実施例12を繰り返した。このブレンドの導電性を4プローブ法で測定し、図2Aに示す。

【0111】（実施例14）PANi-DBSA、キシレン、および超高分子量ポリエチレンの代わりにm-クレゾール中のPANi-CSA（CSA/PhNモル比=0.5）、ならびにm-クレゾールに溶解したナイロン4、6および12を、それぞれ用いた以外は、実施例

12を繰り返した。溶解は室温で行った。このブレンドの導電性を4プローブ法で測定し、図2Bに示す。

【0112】（実施例15）実施例14を繰り返した。ポリスチレン、ポリカーボネート類、アモルファスナイロン類、ポリアクリロニトリル、ポリ（メチルメタクリレート）、ポリビニルアセテート、ポリビニルブチラール、ポリビニルピロリドン、ポリスルホン、およびABSについて、同様の結果が得られた。

【0113】多種の絶縁ポリマーとの溶液処理されたブレンドの導電性データを、表7に要約する。

【0114】

【表7】

表 7. PANi-官能化されたスルホン酸と多様な市販のポリマーとの溶液化されたブレンドの導電率

ホストポリマー	酸	溶媒	$\sigma = (10^{-1} S/cm)$ ブレンドにおける PANi-含有率	重量百分率あたりの 導電率 $\sigma (S/cm)$ $\sigma(w)$
ホモポリマー:				
ポリエチレン (PE)	DBSA	キシレン, テカリン	0.10	5 (0.30) (延伸) 0.1 (0.30) (未延伸)
ポリプロピレン (i-PP)	DBSA	キシレン	0.10	10 (0.40)
ポリスチレン (PS)	DBSA CSA	$CHCl_3$ m-クレゾール	0.20 0.01	1 (0.40) 6 (0.08)
ポリブタジエン	DBSA	キシレン		$3 \times 10^{-6}$ (0.06)
ポリシロキサン (ダウコーニング RTV 738)	DBSA	キシレン		$1 \times 10^{-6}$ (0.02)
ナイロン 4,6	CSA	m-クレゾール	0.07	50 (0.50)
ナイロン 12	CSA	m-クレゾール	0.07	50 (0.50)
ジエチレ (Zytel) 330 (デュポン, アモルファス ナイロン)	CSA	m-クレゾール	0.03	4.8 (0.08)

## (表7) エマルジョン

トリガミド (Hüls, アモルファス ナイロン)	CSA	m-クレゾール	0.04	4.6 (0.08)
ポリカーボネート (PC)	CSA	m-クレゾール	0.10	100 (0.60)
レラン (Luran) PC	CSA	m-クレゾール	0.02	32 (0.60)
テトラメチレン -ビス- フェニル PC	CSA	m-クレゾール	0.01	4.8 (0.08)
ポリアクリロニトリル (PAN)	CSA	DMSO		10 <sup>-3</sup> (0.40)
ポリ (メチル メタクリレート) (PMMA)	CSA	m-クレゾール	0.01	70 (0.15)
ポリビニルアセテート	DBSA	CHCl <sub>3</sub>	0.10	10 <sup>-1</sup> (0.10)
	DBSA	トルエン	0.10	10 <sup>-1</sup> (0.20)
	CSA	m-クレゾール	0.03	50 (0.45)
ポリビニルピロリドン	CSA	m-クレゾール	0.03	30 (0.30)
ポリビニルピロリドン	CSA	m-クレゾール	0.03	1.9 (0.08)
ポリスチレン p-1700	CSA	m-クレゾール	0.02	5.7 (0.08)
コポリマー:				
ABS	CSA	m-クレゾール	0.02	26 (0.40)
ステロラックス (Styrolux) (ポリスチレン- アクリロニトリル)	CSA	m-クレゾール	0.03	6.4 (0.088)

(実施例16) 新しく蒸留したアニリン (Aldrich) 4.65 g (0.05M) およびDBSA 24.48 g (0.075M)、ならびにキシレン250mlの溶液を、250mlのエーレンマイヤーフラスコ内で調製した。このフラスコを25℃に維持したクーリングバス中に置いた。(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> (Aldrich) 4.68 g (0.02M) を蒸留水20ml中に含有する酸化剤溶液を添加することにより、重合を行った。酸化剤を全て添加した後(30分間にわたり)、フラスコに蓋をし、攪拌を24時間続けた。酸化剤のアニリンに対するモル比は0.4であり、モノマー濃度は0.2M/Lであり、そしてDBSAのアニリンに対する比は1.5であった。暗緑色の混合物が生成された。

【0115】このポリマーエマルジョンをアセトン750mlに注ぎ、ポリアニリン-DBSA複合体と沈殿させた。このパウダーを回収し、濾過し、そしてアセトン150mlで3回、蒸留水150mlで3回、そして再びアセトン150mlで3回洗浄した。最後に、パウダーを室温で48時間真空デシケーター中で乾燥した。ポリアニリン-DBSA収量は2.1gであった。パウダー中のDBSA/PhN比は~0.3であった。

【0116】導電性ポリアニリン-官能化されたプロトン酸複合体がアニリンモノマーから直接調製され得ることを、本実施例は示している。

【0117】更に、このアニリンを有機溶媒中へ可溶させるためにプロトン酸を用い得ること、および、これまで実施されていない重合技術である乳化重合に可溶化したアニリンを供し得ることを本実施例は示している。このプロセスにおいて、溶媒は、プロトン酸および反応物質の相対比率で可能なように、変更し得る。

【0118】(実施例17) 重合温度を0℃および重合時間を96時間にした以外は実施例16を繰り返した。一般的に、この温度は-10℃から50℃の範囲で変化させても同様な結果が得られ得る。時間は温度と反比例して変化し得る。

【0119】(実施例18-21) DBSAのアニリンに対するモル比を、それぞれ、4.0、3.0、2.0、および1.0とした以外は、実施例16を繰り返した。この実験はまた、DBSAを他の酸類と代えても繰り返し得る。

【0120】(実施例22-25) 重合のための溶媒を、それぞれ、クロロホルム(22)、トルエン(23)、デカリン(24)、および1,2,4-トリクロロベンゼン(25)とした以外は、実施例16を繰り返した。他の低誘電率の非水溶性液体も、所望により使用し得る。

【0121】(実施例26) 重合温度を0℃にした以外は実施例22を繰り返した。

【0122】上記重合における収量は、補償後に回収した(実施例1の手順による)エメラルジン塩基の量と、初期アニリンモノマーの量との比から計算した。実施例16-25のポリアニリン-DBSA複合体の導電性を、通常の4プローブ法で室温にて圧縮ペレットについて求めた。ポリアニリン-DBSA複合体および補償後に得られたエメラルジン塩基の固有粘度(dL/g)を、25℃の97%のH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(0.1%w/wポリマー)中にてウベローデ(Ubbelohde)粘度計を用いて決定した。その結果を表8-10に表す。

【0123】

【表8】

表 8  
重合温度の影響

実施例	温度 (°C)	収率 (%)	導電率 (S-cm <sup>-1</sup> )	粘度 (dL/g)	
				重合体	塩基
8	25	32.4	3.7	0.99	1.27
9	0	32.6	1.0	1.21	1.70
14	25	33.6	0.8	1.26	1.67
18	0	36.9	0.5	1.92	2.61

乳化重合をより低い温度で行うことが良いことを、この表の結果は示している。有機溶媒中でポリアニリン官能化された酸複合体を直接調製することが、ポリマーのかなりの高分子量化を導き得ることもまた示している \*

\* (実施例1参照)。

【0124】

【表9】

表 9  
DBSA/アニリンの割合

実施例	DBSA/アニリン 比	収率 (%)	導電率 (S-cm <sup>-1</sup> )	粘度 (dL/g)	
				重合体	塩基
10	4.0	27.2	0.4	0.38	0.61
11	3.0	37.0	0.2	0.21	0.93
12	2.0	34.0	0.2	0.24	0.45
8	1.5	32.4	3.7	0.99	1.27
13	1.2	32.6	0.7	0.48	0.68

ポリアニリン官能化された酸複合体が、広範囲のDBSA/PhN比において直接調製し得ることを、この表の結果は示している。

※【0125】

【表10】

※  
表 10  
溶媒の影響

実施例	溶媒	収率 (%)	導電率 (S-cm <sup>-1</sup> )	粘度 (dL/g)	
				重合体	塩基
8	キシレン	32.4	3.7	0.99	1.27
14	CHCl <sub>3</sub>	33.6	0.8	1.26	1.67
15	トリエン	36.7	1.2	1.09	1.35
16	デカリン	36.8	0.1	1.07	1.18
17	トリクロロベンゼン	33.3	2.0	0.81	1.07

ポリアニリン官能化された酸複合体が、種々の非極性または弱極性有機溶媒中で直接調製し得ることを、この表の結果は示している。

【0126】 (実施例27) 実施例16の混合物を、重合終了直後、ポリアニリンのアセトンへの沈澱の前に、4000rpmで1時間遠心分離した。可溶部分をアセトン/水1:1の混合物400mLで3回分液ロート中でデカントおよび洗浄し、余剰DBSAおよび硫酸アンモニウムを除去した。明緑色のポリアニリン-DBSA複合体のキシレン溶液を得た。これは、室温で保存しても安定であった。数カ月の間沈澱は見られなかった。溶液中のポリアニリン-DBSA複合体の含有量を、キシレンをまず空気中でエバポレートし；続いて室温で24

時間真空中でエバキュエーションして求めた。典型的な含有量の値は、実施例16の重合条件での2%w/wであった。

【0127】 (実施例28) 実施例16の物質0.1g、DBSA0.1g、およびキシレン20gの混合物を調製し、一晚超音波浴中で処理した。得られた溶液を4000rpmで遠心分離した後、デカントした。ポリアニリン-DBSA複合体の溶液中の濃度を、実施例5と同様にして求めた。典型的なこの含有量の値は0.5%w/wであった。実施例16のパウダーがキシレンに再溶解し得ることを、本実施例は示している。

【0128】 キシレンの代わりにクロロホルム、トリクロロベンゼン、トルエン、またはデカリン(90℃)を

用いて上記の実験を繰り返したところ、同様な結果が得られた。

【0129】(実施例29) 実施例27の物質0.1g、DBSA0.1g、およびキシレン10gの溶液を、実施例28の方法に基づいて調製した。ポリアニリン-DBSA複合体の単独の(Free standing)フィルムを、溶液からキャストし、そして室温で乾燥し、続いてアセトンで洗浄することによって得た。得られた単独のフレキシブルフィルムの典型的な導電性は、約 $240\text{ S-cm}^{-1}$ であった。この手順で得られたフィルムのプロトン化レベルは0.3だけであったので、フィルムをHClの1M水溶液で更にプロトン化することにより導電性を $400\text{ S-cm}^{-1}$ に高められる。

【0130】ポリアニリンについて通常報告される値を顕著に上回る値の導電性を有するフィルムが製造されたことを、本実施例は示している。

【0131】(実施例30) 導電性ポリアニリンの溶液を実施例16の方法に基づき直接作製した以外は、超高分子量ポリエチレンおよびポリアニリン-DBSA複合体から、実施例12の方法に基づいてフィルムを調製した。ポリアニリン-DBSA複合体のポリマー含有総量に対する重量比を、0.002から0.01、0.024、0.048、0.09、0.17、0.29、0.34、0.35まで変化させた。乾燥後、ポリアニリン/UHMW PEブレンドフィルムの導電性を、標準的な4プローブ法を用いて求めた。その結果を図3に示す。

【0132】これらのフィルムを、ホットプレート上で $105^{\circ}\text{C}$ にて引張比1:40になるまで延伸した。延伸フィルムは、ポリアニリン-DBSA複合体がUHMW PEマトリックス中の均一な分布していることを示し、そして、偏光下においては、高い光学異方性が観察された。延伸フィルムの導電性を、標準的な4プローブ法を用いて求めた。未延伸フィルムの導電性との比較において、引張後の導電性は、フィルムの組成によって1-3桁高くなった(図3参照)。延伸フィルムは顕著な機械特性を有していた。

【0133】電気的および機械的高特性を有する高性能ポリマーブレンドの調製におけるこの可溶形態の導電性ポリアニリンの使用の実現可能性を、本実施例は示している。

【0134】(実施例31) 室温にてクロロホルム7.5g中ポリスチレン(Polyscience、Mw125,000-250,000)2.5gの溶液を、それぞれ調製した。実施例16の方法に基づいて導電性ポリアニリンの溶液を直接生成し、そしてポリアニリン-DBSAのポリスチレンのクロロホルム溶液に対する重量比がそれぞれ0.011、0.022、0.05、0.1、0.18、0.24、0.39、0.62、

0.89になるような量で、ポリスチレン/クロロホルム溶液に添加した。この粘性溶液をキャストしてフィルムにし、クロロホルムを空気中で室温にてエバポレートした。驚くほどクリアーで透明なフィルムがこのようにして得られた。ポリブレンドフィルムの導電性を、標準的な4プローブ法を用いて求めた。そのデータを図4に示す。

【0135】この可溶導電性ポリアニリンの、顕著な光学的クリアーさを有する導電性製品の製造のための使用の実現可能性を、本実施例は示している。

【0136】(実施例32) ホストポリマーをポリスチレンの代わりに共役されたポリマー、ポリ(3-オクチルチオフェン)(Neste Oy、Mw=125,000)を用いる以外は、実施例31を繰り返した。ポリアニリン-DBSAのポリ(3-オクチルチオフェン)のクロロホルム溶液に対する重量比は、0.032、0.062、0.15、および0.21であった。これらポリブレンドフィルムの導電性測定の結果もまた、図4に示す。

【0137】(実施例33) ポリブタジエン(Aldrich)1gおよび過酸化ベンゾイル20mgを、実施例16の方法に基づいて調製したポリアニリン-DBSAのキシレン溶液10gに、室温にて攪拌しながら溶解した。得られた均一な溶液を、ガラス基板上にキャストした。溶媒を空気中で室温にてエバポレートした。得られたポリブレンドフィルム中のポリアニリン-DBSA複合体の最終濃度は、6%w/wであった。このフィルムをオーブン中で $160^{\circ}\text{C}$ にて20分間硬化させた。導電性で非常に弾性に富むポリアニリン-DBSA/ポリブタジエンラバーフィルムを得た。このフィルムは、 $3 \times 10^{-6}\text{ S-cm}^{-1}$ という導電性を示した。このフィルムの硬化前の導電性は、 $1 \times 10^{-5}\text{ S-cm}^{-1}$ であった。この導電性エラストマーは、破断せずに600%まで可逆的に長く変形し得た。

【0138】(実施例34) ポリブタジエンの代わりにシリコンラバー(Dow Corning RTV 738)を用いた以外は、実施例33を繰り返した。このエラストマーをキシレンをエバポレーションした後、室温にて硬化した。このシリコンラバー中のポリアニリン-DBSA複合体の最終濃度は、1%w/wであった。このエラストマーの導電性は、 $1 \times 10^{-6}\text{ S-cm}^{-1}$ であった。可溶性ポリアニリンにより、顕著な弾性特性を有する導電性製品を製造し得ることを、上記実施例33および34は、示している。

【0139】(実施例35) 実施例2の物質2.66gとキシレン17.7g(13%w/w)とを超音波浴中で混合した。2時間後、キシレン中のポリアニリン-DBSAの安定なエマルジョンを得た。

【0140】(実施例36) 超高分子量ポリエチレンおよびポリアニリン-DBSA複合体のフィルムを、実施

例 27 の方法に基づき調製した溶液の代わりに、実施例 35 のエマルジョンを用いた以外は実施例 12 の方法に基づき調製した。ポリアニリン-DBSA 複合体のポリマー含有総量に対する重量比を、0.42 から 0.50、0.60、0.70 まで変化させた。乾燥後、ポリアニリン/UHMW PE ブレンドフィルムの導電性を、標準的な 4 プローブ法を用いて求めた。結果を下記表 11 に示す。

【0141】

【表 11】

表 11 PANi-DBSA 含有 UHMW PE 複合フィルム 電気導電率	
PANi-DBSA 含有率 (%)	導電率 (S・cm <sup>-1</sup> )
20.1	0.3
42.0	0.1
60.0	1.2
70.0	2.0

導電性ポリアニリンの含有量の大きいポリブレンド系が調製し得ることを、本実施例は示している。

【0142】（実施例 37）導電性形態のポリアニリンを実施例 2 と同様に調製した。この物質の示差走査熱分析（DSC）スキャンは、約 95℃ で発熱ピーク、約 150℃ で吸熱ピークを示した。EB-DBSA 複合体の熱安定性を、熱重量測定（TG）分析（Mettler TA3000 system）により調べた。複合体は、270℃ を上回る温度で安定であった。ラボラトリープレスを用いて、室温で得られた混合物を室温にてペレットに圧縮した。動的真空中室温にて 96 時間ポンプした後、ポリアニリン-DBSA 複合体のペレットの導電性を、アルゴンで満たした乾燥ボックス中で、標準的な 4 プローブ法を用いて測定した。得られた導電性は 26.4 S・cm<sup>-1</sup> であった。

【0143】注目すべきことに、コヒーレントな薄厚フィルムが 160℃ でプレスすることにより得られた。このことは、官能化されたプロトン酸の可塑性効果を示している。動的真空中室温にて 96 時間ポンプした後、ポリアニリン-DBSA 複合体のフィルムの導電性を、アルゴンで満たした乾燥ボックス中で、測定した。得られた導電性は 92 S・cm<sup>-1</sup> という高いものであった。DBSA などの流体相のプロトン酸自体がいかに溶媒/可塑剤として機能し得るかを、本実施例は示している。この酸は、室温あるいは高温で流体（液体または半固体）で有り得、本発明の利点を達成し得る。

【0144】（実施例 38）実施例 1 の非導電性形態のポリアニリン 0.091 g（0.001M）と、DBSA 0.163 g（0.0005M）およびパウダーの線状ポリエチレン（GR2755、Mw=200,000）

0.254 g とを、窒素で満たした乾燥バッグ中、メノウ乳鉢と乳棒で混合した。この混合物を、ホットプレート上で 165℃ にて 30 秒間圧縮した。この 30 秒間の加熱処理工程を更に 3 回繰り返す（合計 4 回）、均一な混合が確実になるようにした。フロー（flow）および混合が起こるのが観察され、室温まで冷却した後強くフレキシブルなフィルムが得られた。ポリアニリン-DBSA（DBSA/PhN=0.5）複合体のポリマー総量に対する重量比は 0.5 であった。

10 【0145】（実施例 39）ポリエチレンの量をポリアニリン-DBSA 複合体のポリマー総量に対する重量比が 0.34、0.20、および 0.11 になるように変化させる以外は、実施例 38 を繰り返した。フローおよび混合が起こるのが観察され、室温に冷却した後強くフレキシブルなフィルムが得られた。酸が流体で液体（溶媒）相として機能する状況では、広範囲の他のポリマー類を追加的に加えて所望の導電性特性を得られることを、本実施例は示している。

【0146】（実施例 40）実施例 38-39 の物質の導電性を、標準的な 4 プローブ法を用いて測定した。その結果を図 5 に示す。

【0147】導電性形態のポリアニリンは、溶解した状態でポリオレフィンと混合され、電気的および機械的な優れた特性の物質を生じ得ることを、これらのデータは示している。融解したポリマーが可塑性液体として用い得、そして官能化されたプロトン酸の添加量により、導電性ポリアニリンとポリエチレンの間の高められた混和性を通して導電性を増加し得ることを、実施例 38-39 はまた示している。

30 【0148】（実施例 41）ポリエチレンの代わりにパウダー状のナイロン 12（Polysciences）を用いた以外は、実施例 38 および 39 を繰り返した。この混合物をホットプレートにはさんで 175℃ で 30 秒間圧縮し、続いて再圧縮した（再び 30 秒間）。フローおよび混合が起こるのが観察され、室温まで冷却した後、強くフレキシブルなフィルムが得られた。このフィルムの導電性を、4 プローブ法を用いて測定し、その結果を図 6 に示す。

40 【0149】導電性形態のポリアニリンは、溶解した状態でナイロンと混合され、電気的および機械的な優れた特性の物質を生じ得ることを、これは示している。融解したポリマーおよび液体プロトン酸が可塑性液体として用い得ることを、これはまた示している。

【0150】（実施例 42）ポリエチレンの代わりにポリ（ビニルクロライド）（PVC）パウダーを用いた以外は、実施例 38 および 39 を繰り返した。この混合物をホットプレートにはさんで 165℃ で圧縮した。別の実験においては、添加 DBSA の代わりに可塑剤のメサモール（Mesamoll）（Bayer）を使用した。結果として得られた強くフレキシブルなフィルム



の導電性を、4プローブ法を用いて測定し、その結果を図7に示す。

【0151】PANiポリブレンドの溶解処理のための可塑性液体として、DBSAと共に中性可塑剤を用い、電気的および機械的な優れた特性の物質を生じる得ることを、実施例42は示している。

【0152】（実施例43）DBSAの代わりにPhNを繰り返す単位あたり0.33モルのDOHPを用いた以外は、実施例42を繰り返した。この混合物をホットプレートにはさんで165℃で圧縮した。結果として得られた強くフレキシブルなフィルムの導電性を、4プローブ法を用いて測定し、その結果を図8に示す。

【0153】PANiを導電性にし、可塑化し、PVCと混合するための官能化されたプロトン酸としてホスフェート類を用い、電気的および機械的な優れた特性の物質を生じ得ることを、実施例42は示している。

【0154】ある実施態様では、透明または有色の電極を得るために、これらの物質の透明性、および/または、有色性を利用する。さらに、ある実施態様では、フレキシブルな発光ダイオードに透明または有色の電極が

用いられる。以下の実施例は、これらの実施態様に関する。

【0155】（実施例44）9.7%  $H_2SO_4$  中での0.1% w溶液（0.12 M）として、室温で測定したときの固有粘度1.2 dL/gを有することにより、分子量などが特徴付けられた、エメラルジン塩基1.092 gと、CSA 1.394 g、（±）-10-カンホルスルホン酸（Aldrich）とを、めのう乳鉢および乳棒を用いて不活性大気中（すなわち、窒素ガスで満たしたグローブバッグ中）で混合した。CSAのアニリンの繰り返し単位あたりのモル比は0.5であった。結果として得られた混合物からある量（1.275 g）を、m-クレゾール61.0 gの中に入れ、48時間超音波浴で処理し、続いて遠心分離した。ほとんどのポリアニリン-CSA複合体が溶解し、粘性の暗緑色の液体が得られた。少量の不溶固体をデカントによって除去した。溶液の一部を取り分け、重量を計り、そしてガラススライド上にキャストした。溶媒をエバポレートした後、フレキシブルな単独フィルムが得られた。フィルムの重量を計り、前記溶液中の導電性ポリアニリン複合体の含有率を計算した。その濃度は1.94%（w/w）と求められた。

【0156】（実施例45）CSA/PhN比を以下の値（0.6、0.7、0.8、0.9、1.0、1.5、2.0）で変化させた以外は、実施例44を繰り返した。ポリアニリン-CSA溶液を作るために、0.138、0.152、0.166、0.180、0.194、0.264、0.334 gのそれぞれの混合物を、m-クレゾール10 gに加え、各溶液中のエメラルジン含有率をm-クレゾール10 g中で0.0006 Mに保

った。CSA/PhNモル比が0.7あるいはそれ以上の複合体は、m-クレゾールに完全に可溶であり、従って、そのような溶液に対しては遠心分離は必要ではなかった。ガラススライド上にキャストし、溶媒をエバポレートした後、単独ポリアニリンフィルムが、これらすべての溶液から得られた。結果として得られたフィルムを、アセトンで数回洗浄した。この過程の間、補償の手段の結果と同様に、ほとんどの余剰CSAはフィルムから除去された。補償は以下のようにして行われた：それぞれの場合について、重量が計られた少量の単独PANi/CSAフィルムの断片を、3% aq. の $NH_4OH$ 水溶液で2時間処理した。結果として得られた中性のPANi（エメラルジン塩基）フィルムを、水およびアセトンで洗浄した。空气中で乾燥させた後、再度フィルムの重量を計った。補償の前および後での重量の異なりから、フィルム中のCSAの含有率を、表12に要約したように計算した。導電性PANi/CSAフィルムの導電率を、大気中で通常の4プローブ法により測定し、これもまた表12に記載する。

【0157】

【表12】

表 12  
単独ポリアニリン-CSAフィルムの導電率

CSA/PhN 比		導電率
溶液からの結果	フィルム中	$S \cdot cm^{-1}$
0.5	0.49	230
0.6	0.53	163
0.8	0.51	168
0.9	0.53	138
1.0	0.54	158
1.5	0.58	143
2.0	0.58	154

（実施例46）実施例44の溶液をガラスまたはサファイア基板上にスピンキャスト（10000 rpm、2分）し、均一で透明なPANi/CSA薄フィルムを得た。ガラス基板上のスピンキャストPANi/CSA薄フィルム（約0.55  $\mu m$ ）の表面比抵抗率は、4プローブ法により、166 オーム/平方（ $\square$ ）と測定された。サファイア基板上のスピンキャストPANi/CSA薄フィルム（約1.4  $\mu m$ ）の表面比抵抗率は、4プローブ法により、66 オーム/平方（ $\square$ ）と測定された。ガラス基板上の3種のPANi/CSAフィルム（約0.2  $\mu m$ 厚、0.5  $\mu m$ 厚、1.4  $\mu m$ 厚）の透過スペクトルを、図9に示す。1.4  $\mu m$ 厚のフィルムでは、可視領域の透過率は70-80%であり、0.55  $\mu m$ 厚のフィルムでは75-85%、および0.2  $\mu m$ 厚のフィルムでは80%-90%であった。導電性の透明なポリアニリン複合体フィルムを溶液からキャストし得ることを、この実施例は示している。

【0158】（実施例47）実施例44のように調製さ

れた溶液 1 グラム (1 g) と、ポリ (メチルメタクリレート)、PMMA の 10% (w/w) 溶液 1 グラム (1 g) とを、m-クレゾール中で混合した。結果として得られた均一な溶液を、ガラス基板上にスピネクキャスト (10000 rpm、2 分) した。続いて、その基板を大気中で 50℃ のホットプレート上に置き、残存している m-クレゾールをフィルムから除去した。フィルム中の PANi/CSA 複合体の含有率は、16.2% w/w (全ポリマーに対する PANi/CSA) であった。上記組成物の透明な単独ブレンドフィルムを、ガラススライド上に対応する溶液をキャストすることにより、20-30 μm の範囲の厚さに調製した。ポリアニリン-CSA 複合体の含有率を、75%、66%、54.8%、43.7%、28.0%、20.6%、8.8%、3.7%、1.9%、0.96%、0.48%、および 0.24% と変化させた以外は、同様の実験を繰り返した。基板上的薄フィルムの表面比抵抗および単独フィルムの全導電率を、標準的な 4 プローブ法を用いて測定し、その導電率の結果を図 10 に要約する。

【0159】PANi-CSA 比がそれぞれ 16.2%、8.8%、および 3.7% の薄いスピネクキャストフィルムの透過スペクトルを、図 11 は示している。表面比抵抗は、それぞれ  $6.3 \times 10^3$ 、 $4.5 \times 10^4$ 、および  $1.6 \times 10^5$  オーム/平方 (□) であった。すべてのスピネクキャスト薄フィルムは、スペクトルの可視領域にわたって 90% 以上の透過率を示す。予測したように、フィルムの厚みの増加に伴い、表面比抵抗の減少を生じる。図 12 は、ポリアニリン-CSA 含有率 20.6% で種々の厚さのスピネクキャスト (ガラス基板上への) フィルムの透過スペクトルを比較している。これらのフィルムで最も厚い (約 2.1 μm)、PMMA フィルムのポリアニリン-CSA 複合体は、可視領域で優れた透過率および低表面比抵抗 ( $130$  オーム/平方 (□)) を示した。多数の単独キャストフィルム (45-65 μm の厚さ) のデータを、図 13 に要約する。PMMA 中に種々の濃度でポリアニリン複合体を含むポリブレンドの導電性透明フィルムを溶液からキャストし得ることを、この実施例は示している。

【0160】(実施例 48) CSA/アニリン比を 0.7 に固定し、ポリアニリン-CSA 複合体の含有率を以下のように (それぞれ 43.6%、27.8%、13.4%、7.2%、3.72%、1.9%、および 0.96%) 変化させた以外は、実施例 47 を繰り返した。単独フィルムの全体の導電率のデータを、図 10 にプロットする。スピネクキャストフィルムは、優れた光透過率を示した。その典型的な 2 つのスペクトルを、図 14 に示す。PMMA 中に種々の濃度でポリアニリン複合体を含むポリブレンドの導電性透明フィルムを溶液からキャストし得ることを、この実施例は示している。

【0161】(実施例 49) 窒素で満たしたグローブバ

ッグの中でめのう乳鉢および乳棒を用いて、エメラルジン塩基 (2.18 g、0.024 M の PhN) と、p-ドデシルベンゼンスルホン酸 (東京化成) 3.19 g (0.12 M) とを完全に混合した。DBSA の PhN の繰り返し単位あたりのモル比は、0.5 であった。クロロホルム中のポリアニリン/DBSA の溶液を、の結果として得られたポリアニリン/DBSA 複合体 0.2 g と追加 DBSA 0.2 g とクロロホルム 20 g とを混合して調製した。混合物を超音波浴で 24 時間処理し、続いて遠心分離した。不溶固体を、デカントにより除去した。溶液中のポリアニリン/DBSA 複合体の濃度は、前もって重量を計った溶液から溶媒を除く前後の重量変化により、1.16% (w/w) であると求めた。結果として得られた溶液 0.5 g と、クロロホルム中のポリ (メチルメタクリレート)、PMMA の 10% (w/w) 溶液 0.5 g とを混合した。結果として得られた均一な溶液をガラススライド上にキャストして、透明な単独フィルムを得た。フィルム中の PANi/DBSA 複合体の含有率は 10.4% (w/w) (全ポリマーに対する PANi/DBSA) であった。ポリアニリン-DBSA 複合体の含有率を、5.5%、2.3%、1.2%、0.6%、0.3%、0.1% に変化させた以外は、同様の実験を繰り返した。4 プローブ法により測定された導電率のデータを、図 15 に示す。全てのこれらのフィルムは、可視領域において、優れた透明性を示した。

【0162】(実施例 50) ポリビニルアセテート (PVAc) をホストポリマーとして用いて、実施例 48 を繰り返した。m-クレゾール中の PVAc の初期濃度は 5% (w/w) であった。全体の導電率のデータを、図 16 に示す。スピネクキャストフィルムは優れた可視光透過性を示した。そのスペクトルを図 17 に示す。PVAc 中に種々の濃度でポリアニリン複合体を含むポリブレンドの導電性透明フィルムを溶液からキャストし得ることを、この実施例は示している。

【0163】(実施例 51) ポリカーボネート (PC) をホストポリマーとして用いて、実施例 48 を繰り返した。m-クレゾール中の PC の初期濃度は 4.74 (w/w) であった。ブレンドフィルム中のポリアニリン-CSA 複合体の含有率は、それぞれ 62.0%、44.9%、23.6%、14.0%、7.3%、3.8%、および 2.0% であった。結果として得られた透明の単独ブレンドフィルムの導電率を、図 18 に示す。PC での PANi-CSA の導電性ポリブレンドフィルムを溶液からキャストし得ることを、この実施例は示している。

【0164】(実施例 52) ポリ (アクリロニトリル) (PAN) をホストポリマーとして用いて、実施例 47 を繰り返した。室温で攪拌し、PAN およびポリアニリン-CSA 複合体をジメチルスルホキシド (DMSO)

中に溶解し、濃度がそれぞれ2%、3.7%の溶液を得た。結果として得られたブレンドフィルム中のポリアニリン- $\text{CSA}$ 複合体の含有量は、それぞれ31.9%、15.6%、8.6%、および4.7%であった。結果として得られた単独ブレンドフィルムの導電率を、図19に示す。このフィルムは、PMMAについて図12で示した同様の可視領域での優れた透過性を示す。PANでのPANi- $\text{CSA}$ の導電性ポリブレンドフィルムを溶液からキャストし得ることを、この実施例は示している。

【0165】（実施例53）スチロラックス（Styrolux）（ポリスチレン-ブタジエンのブロックポリマー；BASF）、アロマチックポリエーテルスルホン、テトラメチルビス-フェノールAポリカーボネート、ジテル（Zytel）330（アモルファスナイロン；DuPont）、トロアミド（Trogamid）\*

\*（アモルファスナイロン；Hulls）ポリビニルピロリドン（Polysciences）、ポリスチレン（Polysciences）、ポリ（スチレン-アクリロニトリル）（BASF）をホストポリマーとして用いて、実施例47を繰り返した。結果として得られたブレンドフィルム中のポリアニリン- $\text{CSA}$ 複合体の含有率は、8.8%、4.6%、および0.96%であった。これらすべてのポリマーについて、光学的に透明なフィルムが得られた。単独フィルムの全体の導電率を、表13に記載する。スピンキャストフィルムは、図20で示した同様の透過スペクトルを示す。広範囲のホストポリマー中に種々の濃度でポリアニリン複合体を含むポリブレンドの導電性透明フィルムを溶液からキャストし得ることを、この実施例は示している。

【0166】

【表13】

表 13

種々のホストポリマーとポリアニリン- $\text{CSA}$ 複合体のブレンドフィルムの導電率

ホストポリマー	導電率 ( $\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ )		
	8.8%	4.6%	0.96%
スチロラックス (Styrolux)	6.4	2.2	.02
アロマチック ポリエーテルスルホン	5.7	2.8	.07
テトラメチルビス-フェノールA ポリカーボネート	2.0	.42	.43
ジテル (Zytel) 330	4.9	.63	.01
トロアミド (Trogamid)	4.6	.73	.003
ポリビニルピロリドン	1.4	1.0	.02
ポリスチレン	6.0	2.0	.12
ポリ (スチレン - アクリロニトリル)	6.4	2.4	.14

（実施例54）本発明の物質を用いて、フレキシブルなLEDを形成した。透明でフレキシブルな、ホールインジェクティング電極として使用するために、基板として単独ポリ（エチレンテレフタレート）（PET）フィルム上に、導電性エメラルジン塩基の形態の溶液から、ポリアニリンフィルムをスピンキャストした。基板として使用する前に、PET単独フィルム基板を、アセトン/イソプロパノール混合体中で煮沸することにより洗浄し、続いて、80℃で1時間乾燥させた。

【0167】ポリアニリン溶液を、実施例44の方法を用いて調製し、PET基板フィルム上にスピンコートした。

【0168】スピンコートした後、PANi/PET構造物を60℃で12時間乾燥させた。そして、キシレン中のMEH-PPVが0.5%（wt/wt）の溶液からスピンコートすることにより、ポリ（メトキシヘキシルオキシフェニルビニレン）（MEH-PPV）の層で、PANi表面上を被覆した。

【0169】MEH-PPV溶液からのPANiの溶解の兆候は観察されなかった。PANi- $\text{CSA}$ 複合体およびMEH-PPVの各成分は、それぞれ溶解可能だが、それぞれは他を溶解する溶媒には不溶であるように、2成分系を設定した。

【0170】整流および電子注入トップコンタクトとして機能するための電気的陽性な金属としてカルシウムを使用した。10<sup>-6</sup>トルより低い圧力での真空蒸着により、カルシウムを被覆した。

【0171】MEH-PPV層の被覆、および、LED装置のすべての物理的測定は、制御された大気ドライボックス中の窒素雰囲気下で行った。PANiへのコンタクトは、薄く真空蒸着した金フィルムでなされた。初期の研究では、金コンタクトは、PANi電極が電流を制限しないことを確かめるために用いられた。しかしその後の実験では、銀ペーストまたは単なるワニ口クリップを使って透明なPANi電極とコンタクトすることが可能であることを示した。フレキシブルな「可塑性」LE

Dの構造物の図を、図21に示す。

【0172】約475nmから赤外へ広がる透過性ウインドウを有しているため、PANi電極は薄緑色をしている。PANi電極の吸光スペクトル(図22)は、440nmの強い吸光ピーク、および、赤外へ広がる吸光バンドが、エメラルジン塩形態のポリアニリンの特徴的特色を示している。半導電性MEH-PPVアクティブ層からの電気発光は、PANi電極の2つの基本の吸光の間の透過性ウインドウで右方向に向く。

【0173】「可塑性」LEDはフレキシブルで、従来の伝導体に生じるような壊れを生じることなく、巻きおよび曲げ(鋭い180°の曲げによりそれ自体の上にたたむことさえし)得る。この4層構造物の強固な性質は、PANi/MEH-PPV異質構造物界面コンタクトとPANi/PETコンタクト(さらには、Ca/MEH-PPVコンタクト)との優れた機械的接着を、明確に証している。

【0174】デバイスの電流-電圧(I-V)特性(図23)は、整流作用を示している。LEDデバイスが光を放射し始める電圧範囲である1.8Vより上で、ホールインジェクティングコンタクトとして導電性PANi透明フィルムを用いたデバイスを流れる電流は、ホールインジェクティングコンタクトとしてITOを用いて作られたデバイスと、ほとんど同じである。

【0175】本実施例のデバイスの量子効率(入ってくる電子あたりの出ていく光子)は、約1%である。こりデバイスにより発せられる光は、低いバイアス電圧(3-4ボルト)(図24)においてでさえ、通常の部屋の照明のもとで容易に見られ得る。

【0176】(実施例55)実施例54で用いた、PANi-CSA複合体の透明な導電性フィルムを、多様な厚さにスピンコートした。厚さおよびそれに従うPANi/PET電極の表面比抵抗は、スピン速度、および/または、PANi溶液の濃度を変化させることによって制御し得る。これは、3種類の厚さ、および、それに従う3種類の表面比抵抗値のPANiフィルムの475-675nmの間の可視光の透過率を示す、図9に見られ得るように、PANiフィルムの透過率にも影響を与える。

【0177】PANiで被覆されたPET電極は、機械的にフレキシブルおよび強固であり、表面導電性の損失なしに鋭い前後の曲げの繰り返しに耐え得る。これは、ITOで被覆されたPET電極が弱く、簡単に裂けて導電性を損失するのと対照的である。

【0178】導電性PANiフィルムは、p型半導電性ポリマーと優れたオームコンタクトを作成する。

【0179】(実施例56)以下の手順を用いて、ガラスファイバー(直径50ミクロン)上に発光ダイオードを作成した。

【0180】工程1:ガラスファイバーを洗浄した後、

このファイバーを、m-クレゾール中のポリアニリン/CSA溶液(実施例44)の中に、約5cmの深さまで浸した。溶液からファイバーを取り出した後には、ホールインジェクティングコンタクトとして使用するに適切なPANi/CSAフィルムが、ファイバーの表面上に形成された。60℃で1時間、このPANiフィルムを乾燥した。

【0181】工程2: PANiフィルムの被着したガラスファイバーの所定の部分を、実施例54に従って調製されたMEH-PPVの溶液中にさらに浸した。MEH-PPV層を形成するためにPANi被覆されたファイバーを浸す際に、PANiホールインジェクティング電極との電氣的コンタクトを容易にするために、若干長のPANiフィルムを露出して残すように注意した。

【0182】工程3: 整流および電子注入トップコンタクトとして機能するための電氣的陽性金属としてカルシウムを用いた。カルシウムを、 $10^{-6}$ トルより低い圧力で真空蒸着によりファイバー上に被覆した。

【0183】結果として得られたファイバーの端のフレキシブルなLEDは、壊れを生じることなく曲げ得る。デバイスの電流-電圧(I-V)特性は、整流作用を示している。本実施例のデバイスの量子効率(入ってくる電子あたりの出ていく光子)は、約1%である。デバイスにより発せられる光は、低バイアス電圧(3-4ボルト)においてでさえ、通常の部屋の照明のもとで容易に見られ得る。

【0184】ガラスファイバー上に直接作成されたフレキシブルなLEDの特別な特色は、ファイバーの端で明るい発光が存在するように内部反射によりLEDからの光が低下することである。

【0185】(実施例58)実施例57のファイバーLEDを、90℃に加熱した金属ロッド(直径10mm)と交差するように置いた。ファイバーが熱せられると、次いでロッド上で屈曲させた。屈曲したLEDを室温に冷し、その曲がった形状およびその発光特性を保持した。

【0186】熱可塑性基板(ロッド、ファイバー、フィルム、シートなど)で支持されたLEDが、ポリマー産業で使用する通常の熱処理手段により後成形し得ることを、この実施例は示している。

【0187】(実施例59)実施例54のフレキシブルなLEDに、粘着性の接着剤を用いた。その発光特性を保持したままの構造物は、屈曲した表面に付着した。

【0188】フレキシブルに屈曲した表面への接着が困難なラベルや標識などにおける多様な応用に、このフレキシブルなLEDが使用できることを、この実施例は示している。

【0189】(実施例60)電子注入カルシウムコンタクトの代わりに、n型として特徴づけられてきた半導電性ポリマーであるポリキノリンを用いて、実施例54を

10

20

30

40

50

繰り返した。ポリキノリンフィルムを、蟻酸中の溶液（1重量%ポリキノリン）からスピンキャストした。ポリキノリンへの電気的コンタクトは、ポリキノリン層上に蒸着した金フィルムでなされた。

【0190】MEH-PPVは、p型ポリマーとして特徴づけられてきたので、結果として得られた構造物はpnヘテロ接合を形成する。総ポリマーのpnヘテロ接合は、整流ダイオード（5ボルトバイアスで整流比が10<sup>3</sup>、2ボルトのターンオーバー電圧、200オームの前方向の抵抗（線状様式））として電気的に特徴づけられた。

【0191】60ボルトを越える電圧の前方向のバイアスのもとで、発光が見られた。

【0192】フレキシブルなLEDを提供する本発明の一般的な局面の特定の実施態様を、実施例54-60は示している。これらのフレキシブルなLEDは、構造物（それらのすべてはフレキシブルである—すなわち、破碎することなく、少なくとも15°は屈曲し得る）中に以下の層を含んでいる。典型的には（随意ではあるが）、LEDは、固体のフレキシブルで透明なポリマー支持体を含んでいる。ポリマー支持体は、ポリ（エステル）、ポリ（オレフィン）、ポリ（アラミド）、ポリ（アクリレート）、メタクリレート、ポリ（カーボネート）などのような、あらゆるフレキシブルなポリマーから広く選択し得る。この支持体の機能は、LEDに構造形体を加えることである。この支持体は導電性ではない。図21において、この層は「PET」として示されている。LEDの他の層がそれ自体強固な場合は、この支持層は除き得る。存在する場合には、この層は、いかなる厚さでもあり得る。その次の層は、導電性ホールインジェクティング電極である。この層は、明細書に記載したようにPANi物質を含む。これはPANi単独または他のポリマーとの混合物質でもあり得る。この層は、低抵抗（例えば、平方（□）あたり300オーム未満、そして好ましくは平方（□）あたり100未満）であり得る。これらの抵抗は、通常約50mmから数（10までの）ミクロンの厚さで達成され得る。所望する低抵抗を達成するために、より厚いまたはより薄い層を用い得る。この層は、上記明細書に記載したようにキャストまたは他の方法で形成し得る。

【0193】PANi層に電気的コンタクトを作成する。金以外に電気的コンタクトが機能するあらゆる方法を使用し得る。

【0194】LED構造物の第3の層は、共役されたポリマーから作られた電気発光層である。ここで使用する共役されたポリマーには、当業者に公知の可溶な共役されたポリマーを含む。これらには、例えば、ポリ（2-メトキシ、5-（2'-エチルヘキシルオキシ）-p-フェニレンビニレン）または「MEH-PPV」、P3AT類、ポリ（2,5-ジメトキシ-p-フェニレンビ

ニレン）-「PDMPV」およびポリ（2,5-チエニレンビニレン）、ポリ（フェニレンビニレン）または「PPV」およびそれらのアルコキシ誘導体、並びにポリアニリンなどのポリ（3-アルキルチオフェン）（ここで、上記アルキルは炭素数6から16炭素である）、を含む。

【0195】共役されたポリマーは、溶液から直接積層またはキャストされ得る。使用した溶媒は、ポリマーは溶解するが、続く積層物には影響しないものである。また溶媒は、すでに形成されたPANi層を溶解しないように選ばなければならない。

【0196】共役されたポリマー溶液のために、典型的には有機溶媒が使用される。これらの有機溶媒には、メチレンクロライド、クロロホルム、およびカーボントetraクロライドなどのハロ炭化水素類、キシレン、ベンゼン、トルエンなどのアロマチック炭化水素類、デカリンなどのその他の炭化水素類などを含み得る。混合溶媒も同様に使用し得る。水、アセトン、酸のような極性溶媒なども好適であり得る。これらは、単に代表する例であって、溶媒は前記の基準に合う物質から広く選択し得る。

【0197】PANi層上に共役されたポリマーを積層するとき、溶液は比較的薄く、例えば、濃度0.1から20%w、特に0.2から5%wであり得る。50-400および100-200nmの厚さのフィルムを使用する。

【0198】ある実施態様では、共役されたポリマーは、キャリアポリマーと混合して存在する。

【0199】キャリアポリマーの選択のための基準は以下の通りである。その物質は、低濃度で機械的にコヒーレントな電気発光フィルムの形成を行え、そして最終フィルムの形成のための共役されたポリマーを分散または溶解し得る溶媒中で安定を保持しなければならない。例えば、非常に高い粘性あるいは著しい総不均一性の形成などの過程上の困難を軽減するためには、キャリアポリマーが低濃度であることが好ましい。しかし、キャリアの濃度は、コヒーレントな構造物を形成するのに充分な程度に高くなければならない。好ましいキャリアポリマーは、ポリエチレン、イオソタクチックポリプロピレン、ポリエチレンオキサイド、ポリスチレンなどのフレキシブルな鎖状ポリマーである。当業者により容易に決められ得る適切な状態のもとで、これらの巨大分子物質は、水、酸、並びに様々な極性および非極性有機溶媒を含む多様な液体から、コヒーレントな構造物を形成し得る。

【0200】キャリアポリマーの選択は、使用する1種または多種の溶媒と同様、主に共役されたポリマーの融和性に基づいて行われる。

【0201】キャリアポリマーの初期濃度は、通常、体積あたり0.1%以上、より好ましくは体積あたり約

0.75%以上から選ばれる。一方、体積あたり90%を越えるキャリアポリマー濃度を選ぶことは好ましくない。なぜなら、これは最終的な共役されたポリマー複合生成品を弱める効果を有するからである。さらに好ましい溶液中のキャリアポリマーの濃度は、体積あたり50%未満である。

【0202】共役されたポリマーおよびキャリアポリマーを積層するための溶媒系もまた同様であり、前の層またはその後の構造物の形成過程に影響し得ない。

【0203】(電子注入コンタクト)共役されたポリマーフィルム上のPANi層の反対側に位置するLED構造物の最終層は、電子注入コンタクトである。これは、低仕事関数(low work function)金属または合金から作成する(低仕事関数金属は4.3以下の仕事関数を有する)。典型的な物質には、インジウム、カルシウム、バリウム、およびマグネシウムが含まれ、カルシウムが特に好適な物質である。これらの電極は、当業者に公知の方法(例えば、エバポレート、スパッタリング、または電子ビームエバポレーション)を使用して供給され、ダイオード構造物中で整流コンタクトとして機能する。

【0204】

【発明の効果】本発明によれば、高い導電性で、高度に加工し得る、コスト上有利な、ポリアニリンをベースとした導電性ポリマー、ならびにそれから形成された導電性物品を提供することができる。

【0205】本発明によると、以下の項目1~46が提供され、上記目的が達成される。

【0206】(項目1.)効果的にプロトン化し得る量のプロトン酸を有する混合物中に十分にそれらと混合した、フィルムを形成し得る程の分子量のポリアニリンを有する、非導電性または半導性の基材を含有する、導電性高分子組成物であって、該プロトン酸の対イオンは該基材と適合するように官能化され、そして該高分子組成物に導電性を付与するポリアニリンとの複合体を形成する、組成物。

【0207】(項目2.)上記基材が22以下の誘電率を有し、および該ポリアニリン複合体が約 $10^{-3} \text{ S} \cdot \text{cm}^{-1}$ 以上の導電率を有する、項目1に記載の導電性高分子組成物。

【0208】(項目3.)上記基材が非極性または弱極性である、項目2に記載の導電性高分子組成物。

【0209】(項目4.)上記基材が官能化した対イオンを溶存する溶媒を含有する、項目2に記載の導電性高分子組成物。

【0210】(項目5.)上記基材が官能化した対イオンと適合するバルクポリマーである、項目2に記載の導電性高分子組成物。

【0211】(項目6.)上記基材が、官能化した対イオンと適合するバルクポリマーおよび溶媒の両方を含有

する、項目2に記載の導電性高分子組成物。

【0212】(項目7.)少なくとも約10重量%の基材を含有し、上記ポリアニリンおよび上記官能化された対イオンを有するプロトン酸を含む連続相を含有するミクロ構造を有する、項目2に記載の導電性高分子組成物。

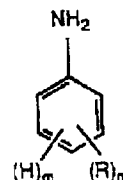
【0213】(項目8.)十分量のポリアニリンおよび少なくとも約 $10^{-1} \text{ S} \cdot \text{cm}^{-1}$ の導電率を有するプロトン化したポリアニリンを提供するための官能化したプロトン酸を含有する、項目2に記載の導電性高分子組成物。

【0214】(項目9.)十分量のポリアニリンおよび少なくとも約 $3 \times 10^{-2} \text{ S} \cdot \text{cm}^{-1}$ の導電率を有するプロトン化したポリアニリンを提供するための官能化したプロトン酸を含有する、項目2に記載の導電性高分子組成物。

【0215】(項目10.)上記ポリアニリンが、以下の式1で表されるアニリンの重合によって調製されるおよそ10,000以上の重量平均分子量を有するポリアニリンである、項目2に記載の導電性高分子組成物：

【0216】

【化11】



ここで：nは0から4の整数；mは1から5の整数で、ただしnおよびmの合計は5；Rは同一かまたは各存在ごとに異なり、アルキル、アルケニル、アルコキシ、シクロアルキル、シクロアルケニル、アルカノイル、アルキルチオ、アリールオキシ、アルキルチオアルキル、アルキルアリール、アリールアルキル、アルキルスルフィニル、アルコキシアルキル、アルキルスルホニル、アリール、アリールチオ、アリールスルフィニル、アルコキシカルボニル、アリールスルホニル、カルボン酸、ハロゲン、シアノ、または1つまたはそれ以上のスルホン酸、カルボン酸、ハロゲン、ニトロ、シアノまたはエポキシ部分で置換されたアルキルであり；または、任意の2つのR置換基が一緒になって、アルキレンまたは3、4、5、6または7員環の芳香族または脂環式炭素環を完成するアルケニレン基であり、該環は一つまたはそれ以上の窒素、硫黄、スルフィニル、スルホニルまたは酸素の二価のヘテロ原子を含有し得る。

【0217】(項目11.)上記アニリンが置換されていないアニリンであり、上記mが5に等しくおよびnが0である、項目10に記載の導電性高分子組成物。

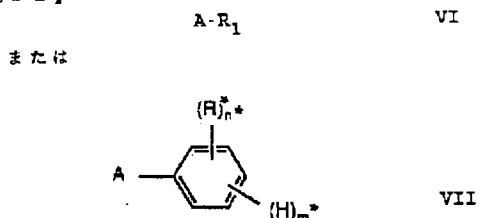
【0218】(項目12.)上記ポリアニリンが置換されたアニリンから誘導され、上記nが0以上である、項

目10に記載の導電性高分子組成物。

【0219】(項目13.) 上記対イオンが次式V I - V I Iである、項目3に記載の導電性高分子組成物：

【0220】

【化12】



ここで：Aはスルホン酸、セレン酸、ホスホン酸、カルボン酸、硫酸水素塩、セレン酸水素塩、またはリン酸水素塩；n\*は0から5の整数；m\*は1から4の整数で、ただしn\*およびm\*の合計は5；R<sub>1</sub>は、アルキル、アルケニル、アルコキシ、アルカノイル、アルキルチオ、アルキルチオアルキルであって、5からおよそ20までの炭素原子を有するもの；または、アルキルアリール、アリールアルキル、アルキルスルフィニル、アルコキシアルキル、アルキルスルホニル、アルコキシカルボニル、カルボン酸であって、ここで該アルキルまたはアルコキシは、0からおよそ20までの炭素原子を有するもの；または、1つまたはそれ以上のスルホン酸、カルボン酸、ハロゲン、ニトロ、シアノ、ジアゾ、またはエポキシ部分で置換された3からおよそ20までの炭素原子を有するアルキル；または、置換された、または置換されていない3、4、5、6または7員環の芳香族または脂環式炭素環であって、該環は、1つまたはそれ以上の窒素、硫黄、スルフィニル、スルホニルまたは酸素の二価のヘテロ原子を含有し得る、例えばチオフェニル、ピロリル、フラニル、ピリジニルであり；または、多数のA単位が付加したポリマー骨格。

【0221】R\*は同一かまたは各存在ごとに異なり、アルキル、アルケニル、アルコキシ、シクロアルキル、シクロアルケニル、アルカノイル、アルキルチオ、アリールオキシ、アルキルチオアルキル、アルキルアリール、アリールアルキル、アルキルスルフィニル、アルコキシアルキル、アルキルスルホニル、アリール、アリールチオ、アリールスルフィニル、アルコキシカルボニル、アリールスルホニル、カルボン酸、ハロゲン、シアノ、または1つまたはそれ以上のスルホン酸、カルボン酸、ハロゲン、ニトロ、シアノ、ジアゾまたはエポキシ部分で置換されたアルキルであり；または、任意の2つのR置換基が一緒になって、3、4、5、6または7員環の芳香族または脂環式炭素環を完成させるアルキレン基またはアルケニレン基、またはそれらの複合であって、該環またはその複合は、1つまたはそれ以上の窒素、硫黄、スルフィニル、スルホニルまたは酸素の二価のヘテロ原子を含有し得る。

【0222】(項目14.) Aがスルホン酸である、項

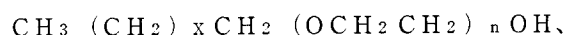
目13に記載の導電性高分子組成物。

【0223】(項目15.) m\*が4であり、およびn\*が1であり、および対イオンがR\*を含有し、ここでR\*は同一かまたは各存在ごとに異なり、2からおよそ14までの炭素原子を有する、アルキル、アルケニルまたはアルコキシであって、1つまたはそれ以上のカルボン酸、ハロゲン、ニトロ、シアノまたはエポキシ部分で置換されたアルキルである、項目14に記載の導電性高分子組成物。

10 【0224】(項目16.) ポリアニリン、および、スルホン酸HOSO<sub>2</sub>-R<sub>1</sub>、ここでR<sub>1</sub>は、C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>-、C<sub>8</sub>H<sub>17</sub>-、C<sub>8</sub>F<sub>17</sub>-、4-ドデシルベンゼン、(L, D)-10-カンホル、エチルベンゼン、0-アニシジン-5-, p-クロロベンゼン、ヒドロキシベンゼン、トリクロロベンゼン、2-ヒドロキシ-4-メトキシベンゾフェノン、4-ニトロトルエン-2-, ジノニルナフタレン、4-モルホリンエタン、および2-[トリス(ヒドロキシメチル)メチル]アミノ-1-エタン-からなる群から選択される；およびC<sub>8</sub>F<sub>17</sub>COOH、ビス(2-エチルヘキシルリン酸水素)、および5から95重量パーセントの量で該ポリアニリンと複合体を形成し、およそ10<sup>-8</sup> S-cmと同じか、それより大きな導電率を有するジフェニルリン酸水素からなる群から選択された、1つまたはそれ以上の非プロトン酸を含有する、項目13に記載の導電性高分子組成物。

20 【0225】(項目17.) ポリアニリン、および、5から95重量パーセントの量で上記ポリアニリンと複合体を形成するドデシルベンゼンスルホン酸を含有し、およそ10<sup>-8</sup> S-cm<sup>-1</sup>と同じかまたはそれより大きい導電率を有する、項目14に記載の導電性高分子組成物。

30 【0226】(項目18.) 4-ヘキシルオキシフェノール、3-ペンタデシルフェノール、ノニルフェノール、4-ドデシルレソルシノール、4-(tert-オクチル)フェノール、2,6-ジ-tert-ブチル-4-メチルフェノール、3,4-ジメチルフェノール、2,6-ジメチルフェノール、メチルp-トルエンスルホネート、エチルp-トルエンスルホネート、n-ヘキシルp-トルエンスルホネート、エチルドデシルベンゼンスルホン酸イソプロピルアミンアルキルアリールスルホネート、1-ドデカノール、1-トリデカノール、1-ドコサノール、次の化学式のエトキシラート



ここでx=10-14, n=1, 3; x=6, 8, n=1, 0; x=10-12, n=3; x=6-8, n=2; ポリ(オキシ-1, 2-エタンジイル)、アルファ(ノニルフェノキシ)-ω-ヒドロキシ、および硫酸化アルキルアルコールエトキシラートアンモニウム塩からなる群から選択される可塑剤を含有する項目2に記載の

導電性高分子組成物。

【0227】（項目19.）加工し得る液状導電性高分子組成物であって、上記基材が溶解状、融解状、あるいは液状のバルクポリマーまたはプレポリマーを含有する、項目2に記載の導電性高分子組成物。

【0228】（項目20.）上記基材が付加的に液状溶媒および／または可塑剤を含有する、項目19に記載の加工し得る液状導電性高分子組成物。

【0229】（項目21.）上記溶媒が有機溶媒である、項目20に記載の加工し得る液状導電性高分子組成物。

【0230】（項目22.）上記溶媒の誘電率が約22より小さく、ここで、上記溶媒がおよそ5からおよそ12までの炭素原子を有するアルカンおよびアルケン、鉱物油、芳香族化合物、ハロゲン化芳香族化合物、ハロゲン化アルカン、および脂肪族アルコール、4からおよそ12までの炭素原子を有するアルキルエーテルおよびケトン、シクロアルカン、シクロアルケン、四塩化炭素、二硫化炭素、クロロホルム、ブromoホルム、ジクロロメタン、モルホリン、アニリン、アルキルベンゼン、キシレン、トルエン、デカヒドロナフタレン、スチレン、ベンジルアルコール、ナフタレン、フェノール類、およびクレゾール類からなる群から選択される、項目21に記載の加工し得る液状導電性高分子組成物。

【0231】（項目23.）上記可塑剤が4-ヘキシルオキシフェノール、3-ペンタデシルフェノール、ノニルフェノール、4-ドデシルレソルシノール、4-(tert-オクチル)フェノール、2,6-ジ-tert-ブチル-4-メチルフェノール、3,4-ジメチルフェノール、2,6-ジメチルフェノール、メチルp-トルエンスルホネート、エチルp-トルエンスルホネート、n-ヘキシルp-トルエンスルホネート、エチルドデシルベンゼンスルホン酸イソプロピルアミンアルキルアリアルスルホネート、1-ドデカノール、1-トリデカノール、1-ドコサノール、次の化学式のエトキシラート

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_x\text{CH}_2(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_n\text{OH}$ 、  
ここで  $x=10-14$ 、 $n=1, 3$ ； $x=6, 8$ 、 $n=1, 0$ ； $x=10-12$ 、 $n=3$ ； $x=6-8$ 、 $n=2$ ；ポリ(オキシ-1, 2-エタンジイル)、アルファ(ノニルフェノキシ)- $\omega$ -ヒドロキシ、および硫酸化アルキルアルコールエトキシラートアンモニウム塩からなる群から選択される、項目20に記載の加工し得る液状導電性高分子組成物。

【0232】（項目24.）上記ポリマーが、ポリエチレン類、イソタクチックポリプロピレン、ポリスチレン、ポリ(エチルビニルアセテート)、ポリブタジエン、ポリイソプレン、エチレン-ビニレン共重合体類、ポリ(塩化ビニル)、エチレン-プロピレン共重合体類、ポリシロキサン、ポリスルホン、ポリカーボネート

類、ポリ(エチレンテレフタラート)、アクリロニトリルのホモ重合体類および共重合体類、ポリ(ブチレンテレフタラート)、ナイロン12、ナイロン8、ナイロン6、ナイロン6.6、ナイロン4.6、非晶質ナイロン、ポリ(酢酸ビニル)、ポリ(ビニルブチラール)およびポリ(ビニルピロリドン)からなる群から選択される、項目5に記載の導電性高分子組成物。

【0233】（項目25.）項目19に記載の加工し得る液状導電性高分子組成物であって、該組成物がおよそ  $10^{-8} \text{ S} \cdot \text{cm}^{-1}$  より大きい導電率を有し、 $10^6$  オーム/平方(□)より小さい表面抵抗および485から675 nmのスペクトル範囲で60%以上の面積透過率を有する、透明導体に固体化し得る、組成物。

【0234】（項目26.）上記基材が融解状または液状のバルクポリマーを含有する、項目25に記載の加工し得る液状導電性高分子組成物。

【0235】（項目27.）上記基材が液状溶媒および／または可塑剤を含有する、項目25に記載の加工し得る液状導電性高分子組成物。

【0236】（項目28.）上記基材が溶媒、および、融解状または液状のバルクポリマーを含有する、項目25に記載の加工し得る液状導電性高分子組成物。

【0237】（項目29.）上記基材が22より小さい誘電率を有し、上記溶媒が、およそ5からおよそ12までの炭素原子を有するアルカンおよびアルケン、鉱物油、芳香族化合物、ハロゲン化芳香族化合物、ハロゲン化アルカン、および脂肪族アルコール、4からおよそ12までの炭素原子を有するアルキルエーテルおよびケトン、シクロアルカン、シクロアルケン、四塩化炭素、二硫化炭素、クロロホルム、ブromoホルム、ジクロロメタン、モルホリン、アニリン、アルキルベンゼン、キシレン、トルエン、デカヒドロナフタレン、スチレン、ナフタレン、フェノール類、クレゾール類、ベンジルアルコール、エポキシ類、およびアクリラート類からなる群から選択される、項目28に記載の加工し得る液状導電性高分子組成物。

【0238】（項目30.）官能化したプロトン酸が22と等しいかまたはそれより小さい誘電率を有す液体であり、上記プロトン酸が基材として十分に適している、項目25に記載の加工し得る液状導電性高分子組成物。

【0239】（項目31.）ポリアニリン、および、該ポリアニリンと複合体を形成する官能化したプロトン酸を含有し、およそ  $10^{-6} \text{ S} \cdot \text{cm}^{-1}$  と等しいかまたはそれより大きい導電率および485から675 nmのスペクトル範囲で60%以上の面積透過率を有する、項目1-18に記載の導電性高分子物質。

【0240】（項目32.）項目1に記載の導電性高分子化合物であって、 $10^{-8} \text{ S} \cdot \text{cm}^{-2}$  より小さい導電率および室温で22またはそれより小さい誘電率を有し、効果的にプロトン化し得る量のプロトン酸を有する



混合物中に十分に混合されたフィルムを形成し得る程の分子量のポリアニリンを有し、該プロトン酸の対イオンが該基材と適合し、ポリアニリンと複合体を形成し、導体に、およそ  $10^{-8} \text{ S} \cdot \text{cm}^{-2}$  より大きな導電性を付与し、該導体が、 $10^6$  オーム/平方 (□) より小さい表面抵抗および 485 から 675 nm のスペクトル範囲で 60 % 以上の面積透過率を有するようにするために官能化された、有機溶媒、融解状ポリマーおよびオリゴマーから選択される基材を含有する流動性の高分子組成物から形成される透明導体である、組成物。

【0241】(項目 33.) 上記導体が  $1000$  オーム/平方 (□) 以下の表面抵抗および 475 から 675 nm のスペクトル範囲で 90 % 以上の透過率を有する、項目 32 に記載の透明導体。

【0242】(項目 34.) 少なくとも  $10 \text{ S} \cdot \text{cm}^{-1}$  の導電率を有し、そして、ポリアニリンおよび (L, D) - 10-カンホルスルホン酸を含有する項目 33 に記載の透過性導体。

【0243】(項目 35.) 以下の工程 (a および b) を包含する、導電性高分子物品の形成方法：

a. ポリアニリン、22 以下の誘電率を有する液状有機溶媒と必要に応じて非導電性、または半導性の基材ポリマーを含有する基材、および、上記溶媒および上記の必要に応じたポリマーと適合する官能化したプロトン酸を含有する、溶液の形成工程；および

b. 該溶液から所望の物品の作成後または同時に該溶液から上記溶媒の全部または一部を除去する工程。

【0244】(項目 36.) 以下の工程 (a および b) を包含する、導電性高分子物質の形成方法：

a. ポリアニリン、22 以下の誘電率を有する液状有機モノマーの液状基材、および、該基材と適合し得る官能化したプロトン酸を含有する溶液の形成工程；および

b. 該溶液から所望の物品の作成後または同時の該溶液中でのモノマーの重合工程。

【0245】(項目 37.) 以下の工程 (a および b) を包含する、溶液からの導電性高分子物品の形成方法：

a. ポリアニリン、22 以下の誘電率を有する溶媒、および、該溶媒および基材ポリマーおよび一つまたはそれ以上のバルク基材ポリマーと適合し得るように官能化したプロトン酸を含有する溶液の形成工程；および

b. 該溶液から該溶媒の全部または一部を除去し、該導電性高分子物品を生成する工程。

【0246】(項目 38.) 以下の工程 (a および b) を包含する、非導電性の基材ポリマーを有する固体導電性高分子物品の形成方法：

a. ポリアニリン、該基材ポリマーについての液状有機モノマー前駆体、および該モノマーと適合し得るように官能化したプロトン酸溶質を含有する溶液の形成工程；および

b. 該固体物品を得るための該モノマーの重合工程。

【0247】(項目 39.) 以下の工程 (a および b) により、基材を用いて、導電性ポリアニリンの導電性物品を形成する方法：

a. ポリアニリン、および熱可塑性ポリマーからなる群から選択された融解状のポリマー基材中で十分に混合された官能化したプロトン酸溶質を含有する溶融物の形成工程；および

b. 該溶融物の固体化工程。

10 【0248】(項目 40.) 項目 31-34 に記載の透明電極を含む発光ダイオード。

【0249】(項目 41.) ファイバー、ロッド、プロフィール、フィルム、コーティング、膜、コンテナ、包装、およびそれらの使用からなる群から選択された項目 1-18、31-34、および 24 に記載の物質を含む電氣的導電性物品。

【0250】(項目 42.) 接着剤、粘着物、インキ、塗料、スプレー、油、ペーストおよびワックス、およびそれらの使用からなる群から選択された項目 19-23 および 25-30 に記載の物質を含む電氣的導電性液体。

20 【0251】(項目 43.) 乳化重合により調製された項目 1 に記載の導電性高分子組成物。

【0252】(項目 44.) 項目 31 に記載の導電性高分子物質およびフレキシブルな共役されたポリマーを含有する電界発光層を含有する導電性ホールインジェクティング (hole-injecting) 電極を含有するフレキシブルな発光ダイオード。

【0253】(項目 45.) さらに、4.3 以下の仕事関数を有する、電子注入コンタクト (electron-injecting contact) を含有する、項目 44 に記載のフレキシブルな発光ダイオード。

【0254】(項目 46.) さらに導電性ホールインジェクティング電極のコンタクトを保持するフレキシブルなポリマーを含有する項目 45 に記載のフレキシブルな発光ダイオード。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1A】図 1A は、導電性ポリアニリン-ドデシルベンゼンスルホン酸 (DBSA) 総量のアニリン繰り返し単位に対するモル比の関数としてのキシレン中の DBSA-プロトン酸複合体の溶液濃度を示したグラフである。

40 【図 1B】図 1B は、導電性ポリアニリン-ドデシルベンゼンスルホン酸 (DBSA) 総量のアニリン繰り返し単位に対するモル比の関数としてのキシレン中の DBSA-プロトン酸複合体の溶液濃度を示したグラフである。

50 【図 2A】図 2A は、ポリアニリン-DBSA 複合体およびイソタクチックポリプロピレンを含有するキシレン溶液から調製されたポリブレンドフィルムの 4 端子導電率の、フィルムの組成に対するグラフを示す。

【図2B】図2Bは、ポリアニリン-CSA複合体および、ナイロン12またはナイロン4,6を含有するm-クレゾール溶液から調製されたポリブレンドフィルムの4端子導電率のフィルムの組成に対するグラフを示す。白抜きおよび黒塗の記号は、それぞれ、ナイロン12およびナイロン4,6を表す。

【図3】図3は、ポリアニリン-DBSA複合体および、超高分子量のポリエチレンを含有するキシレン溶液から調製されたポリブレンドフィルムの4端子導電率の、フィルムの組成に対するグラフである。白抜きの記号は引張っていない、(等方性の)フィルムを；黒塗の円は延伸比40まで、105℃のホットプレート上で引張ったフィルムである。

【図4】図4は、ポリアニリン-DBSA複合体および、ポリスチレンまたはポリ(3-オクチルチオフェン)を含有するクロロホルム溶液から調製されたポリブレンドフィルムの組成の関数としての、4端子導電率のグラフである。白抜きおよび黒塗の記号は、それぞれ、ポリスチレンおよびポリ(3-オクチルチオフェン)を表す。

【図5】図5は、ポリアニリン-DBSA複合体およびポリエチレンを含有する溶融物から調製されたポリブレンドフィルムの4端子導電率の、フィルムの組成に対するグラフである。白抜きおよび黒塗の記号は、DBSAのアニリン繰り返し単位(PhN)に対するモル比がそれぞれ、0.5、1であったことを表す。

【図6】図6は、ポリアニリン-DBSA複合体およびナイロン12を含有する溶融物から調製されたポリブレンドフィルムの4端子導電率の、フィルムの組成に対するグラフである。DBSAのアニリン繰り返し単位(PhN)に対するモル比は0.5であった。

【図7】図7は、可塑剤メサモール(Mesamol)の存在下または非存在下でのポリアニリン-DBSA複合体およびポリ(塩化ビニル)を含有する溶融物から調製されたポリブレンドフィルムの4端子導電率のフィルムの組成に対するグラフを示す。白抜きの三角および円は、DBSAのアニリン繰り返し単位(PhN)に対するモル比がそれぞれ、0.5、1.0の組成物であることを表す。黒塗の円は、組成物のPhN、DBSAおよびメサモールが1:0.5:0.5であることを表す。

【図8】図8は、ポリアニリン-ジオクチルヒドロゲンフォスフェート(DOHP)複合体およびポリ塩化ビニ

ルを含有する溶融物から調製されたポリブレンドフィルムの4端子導電率のフィルムの組成に対するグラフを示す。DOHPのアニリン繰り返し単位(PhN)に対するモル比は、0.33であった。

【図9】図9は、3種のPANi/CSAフィルムの連続可視透過率スペクトログラムである；

【図10】図10は、種々のPANi濃度での、PANi/CSA/PMMAフィルムの導電率のグラフである；

【図11】図11は、PANi/CSA/PMMAフィルムの連続可視透過率スペクトログラムである；

【図12】図12は、種々の厚みのPANi/CSA/PMMAフィルムの連続可視透過率スペクトログラムである；

【図13】図13は、PANi/CSA/PMMAフィルムの連続可視透過率スペクトログラムである；

【図14】図14は、PANi/CSA/PMMAフィルムの連続可視透過率スペクトログラムである；

【図15】図15は、種々のPANi濃度での、PANi/DBSA/PMMAフィルムの導電率のグラフである；

【図16】図16は、種々のPANi濃度での、PANi/CSA/PVAcフィルムの導電率のグラフである；

【図17】図17は、PANi/CSA/PVAcフィルムの連続可視透過率スペクトログラムである；

【図18】図18は、種々のPANi濃度での、PANi/CSA/PCフィルムの導電率のグラフである；

【図19】図19は、種々のPANi濃度での、PANi/CSA/ポリ(アクリロニトリル)フィルムの導電率のグラフである；および

【図20】図20は、種々のPANi/CSA/ポリマーフィルムの連続可視透過率スペクトログラムである；

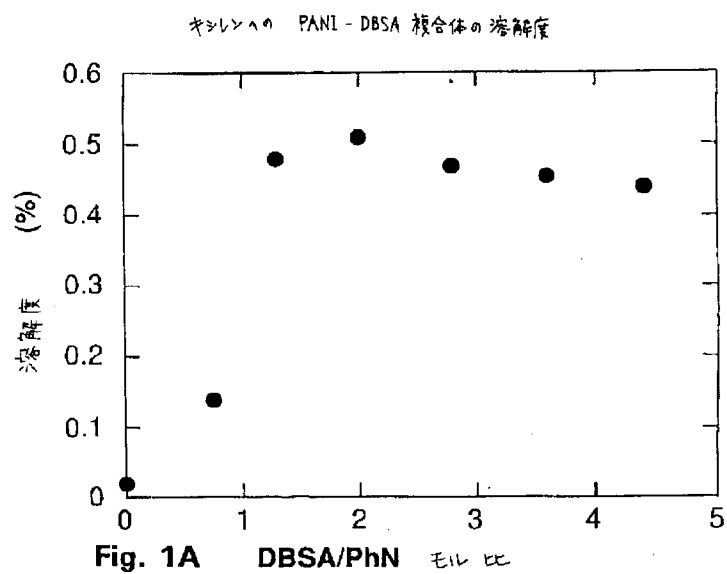
【図21】図21は、本発明のLEDの半略透視図である。

【図22】図22は、本発明のLEDについての波長の関数としての、吸光度および光ルミネセンスのグラフである。

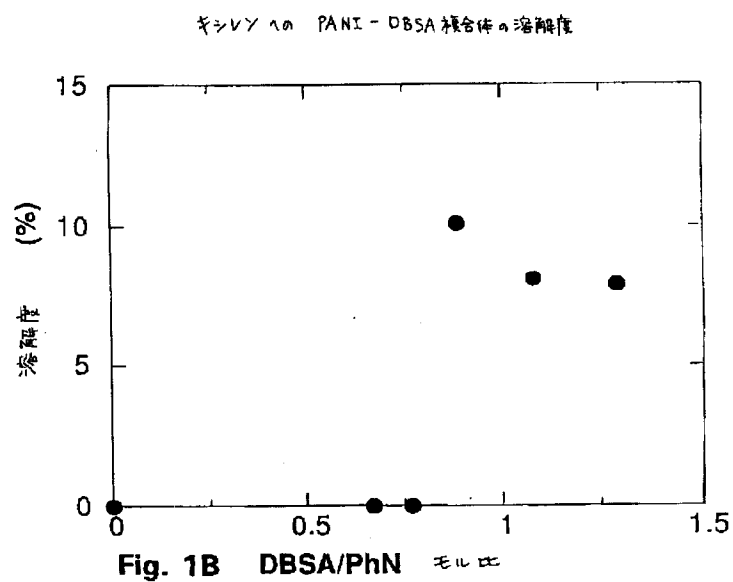
【図23】図23は、本発明のLEDについてのバイアス電圧の関数としての、電流のグラフである。

【図24】図24は、バイアス電圧の関数としての、これらLEDで観察された光強度のグラフである。

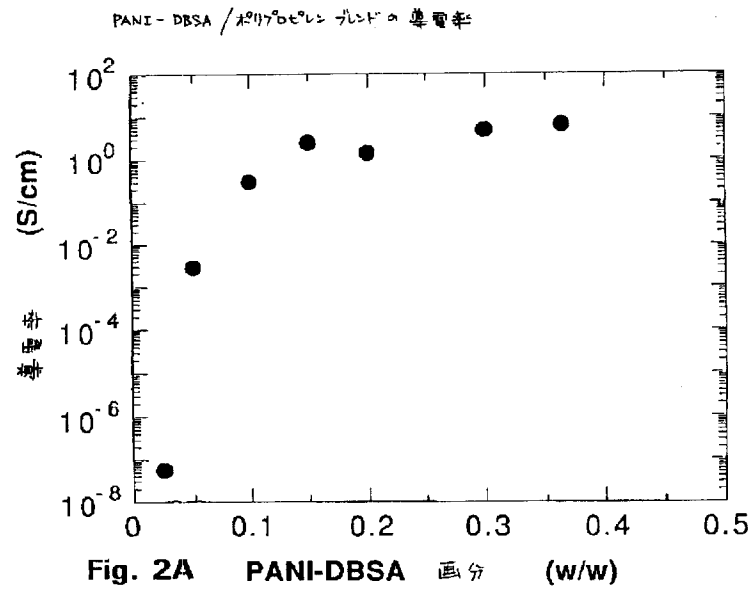
【図1A】



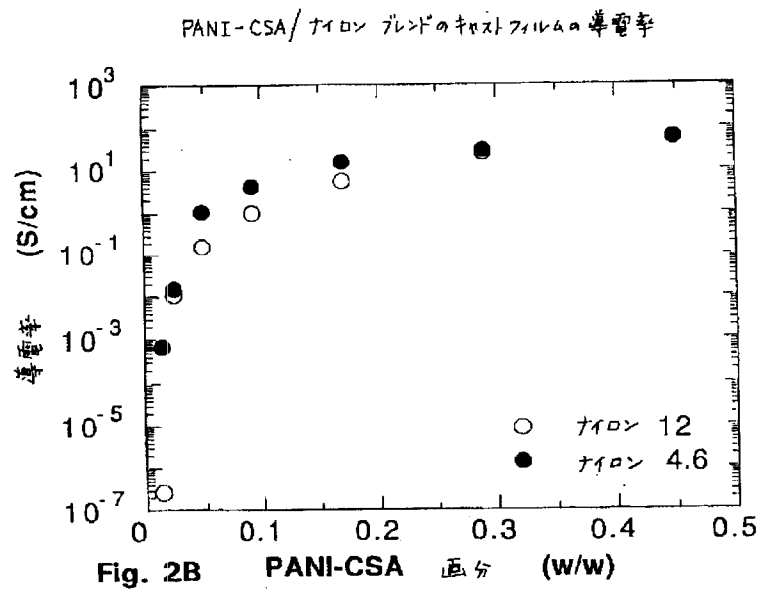
【図1B】



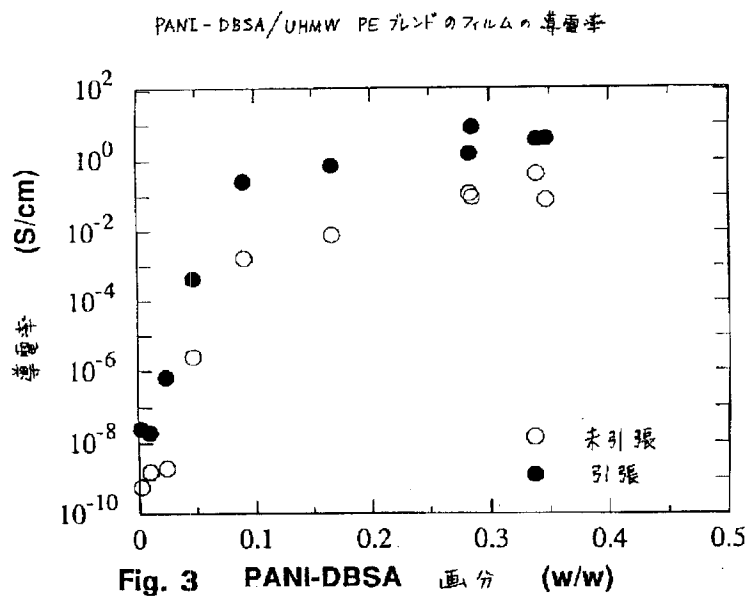
【図2A】



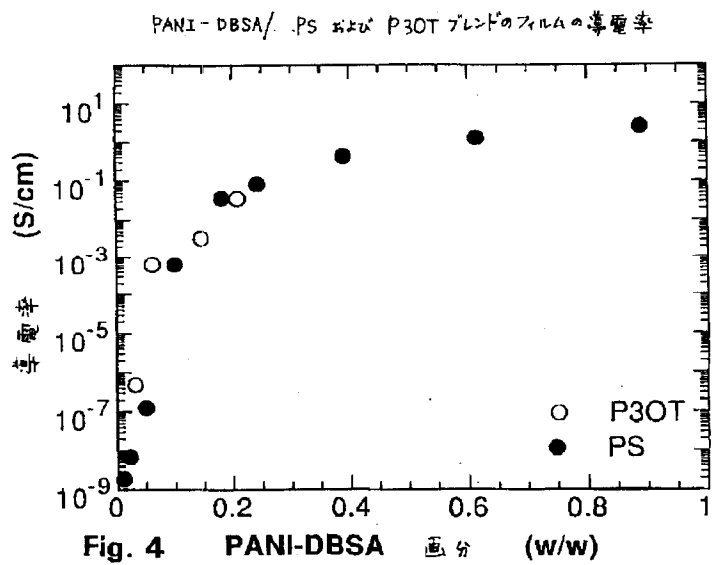
【図2B】



【図3】



【図4】



【図5】

溶解した PANI-DBSA/PE フレートの導電率

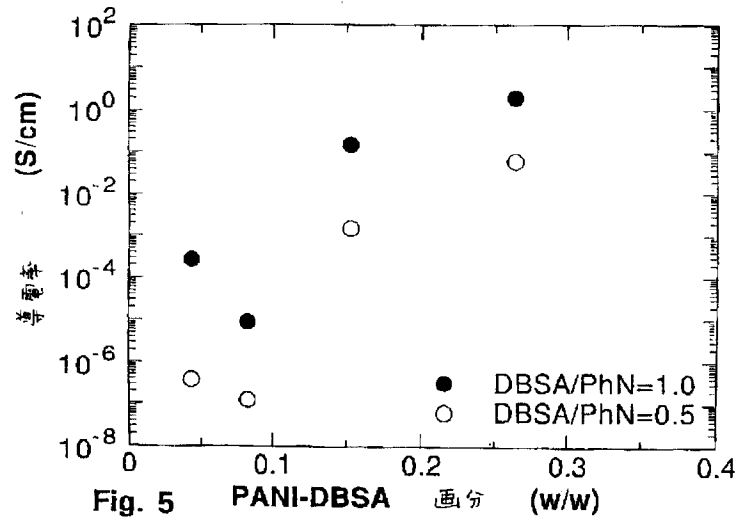


Fig. 5

【図6】

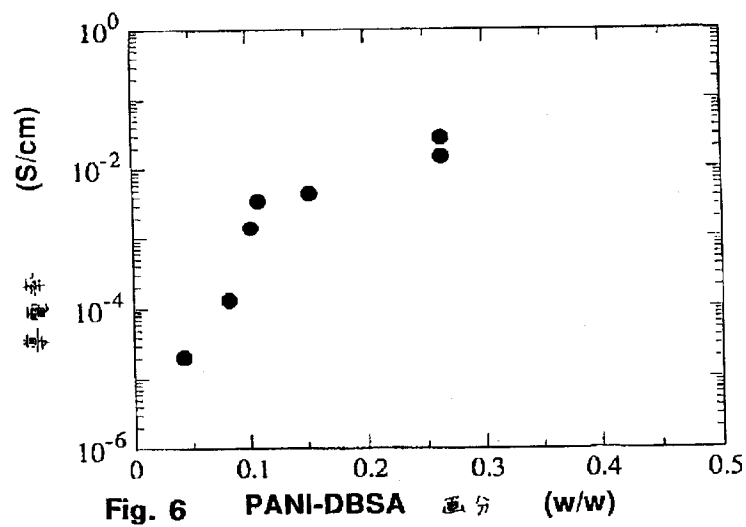
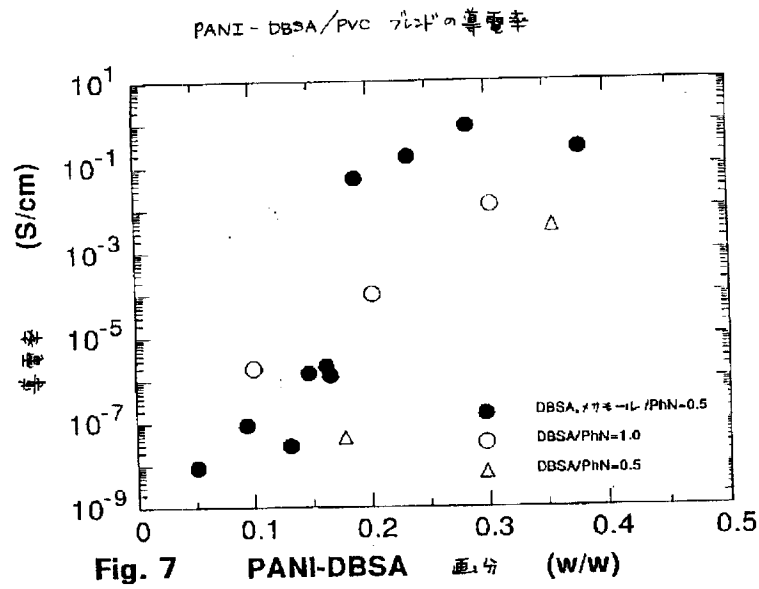
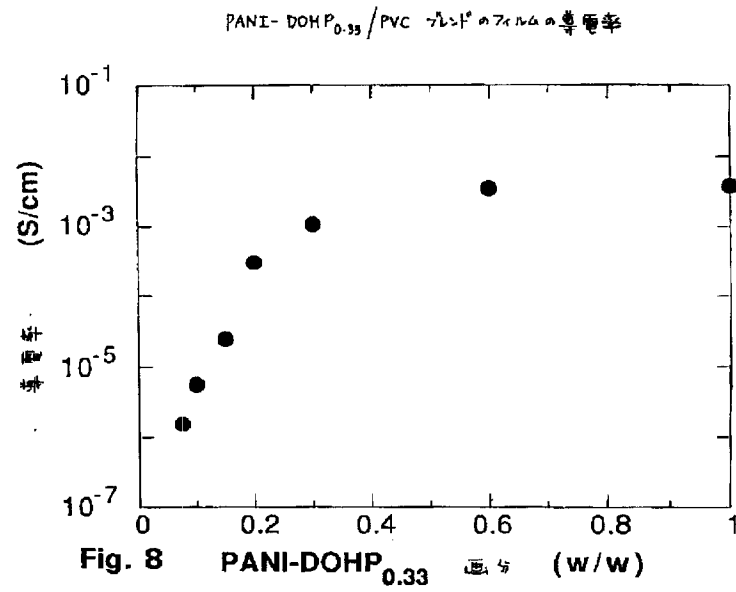
溶解した PANI/tiO<sub>2</sub>12 フレートの導電率

Fig. 6

【図7】



【図8】



【図9】

純粋な PANI/CSA スペーキータフィルムの透過率

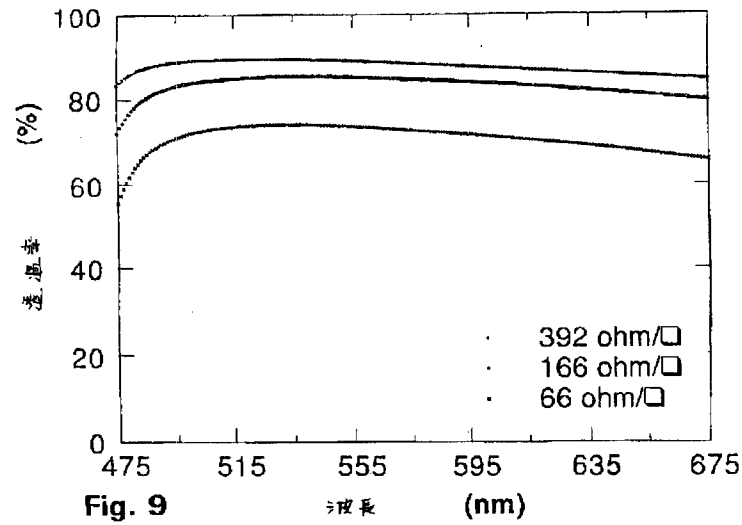


Fig. 9

【図10】

単独の PANI-CSA/PMMA フィルムの導電率

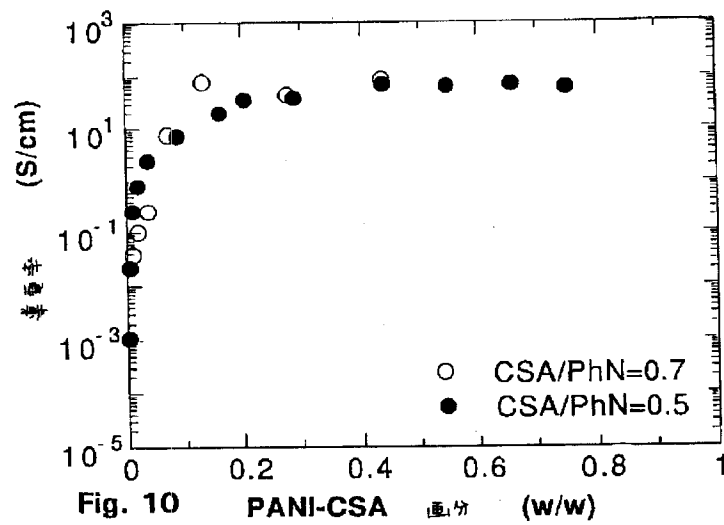


Fig. 10



【図11】

フレンド中に異なる PANI-CSA 濃度で有る スピロキラスト薄層 PANI-CSA/PMMA フィルムの透過率

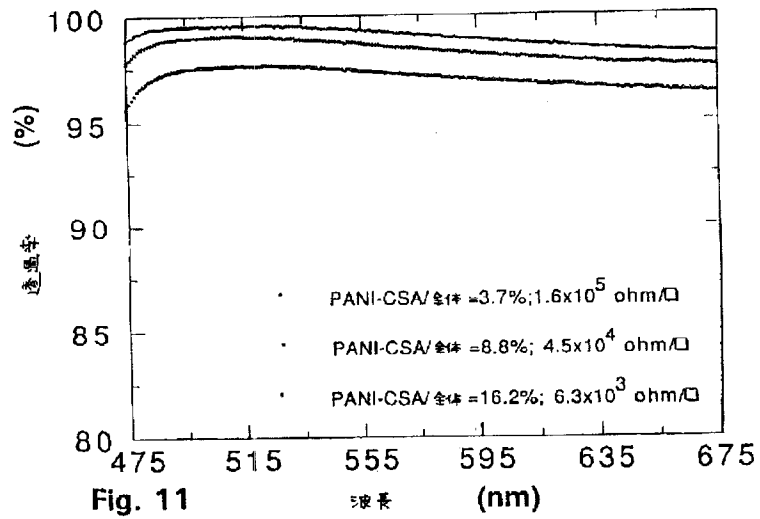


Fig. 11

【図12】

種々の厚みの PANI-CSA/PMMA スピロキラストフィルム (フレンド中に 20.6% の PANI-CSA) の透過率

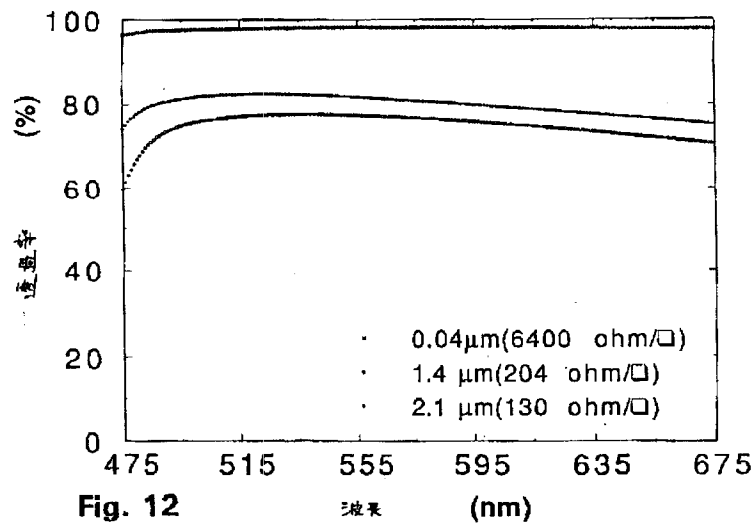
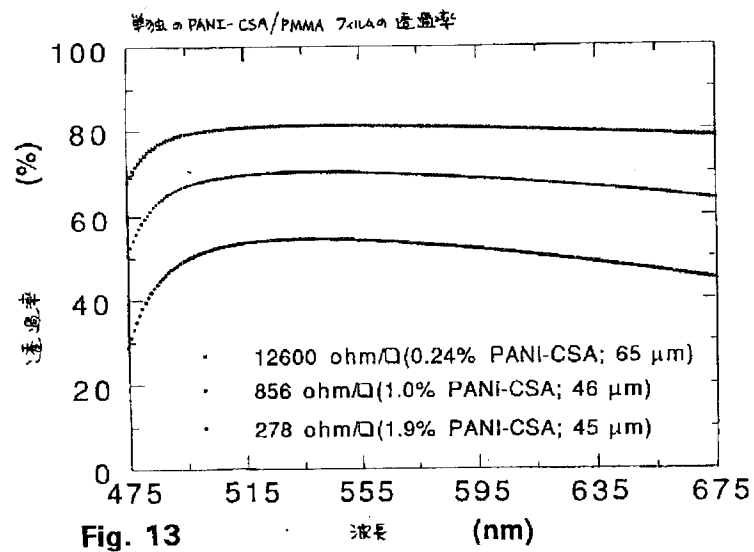
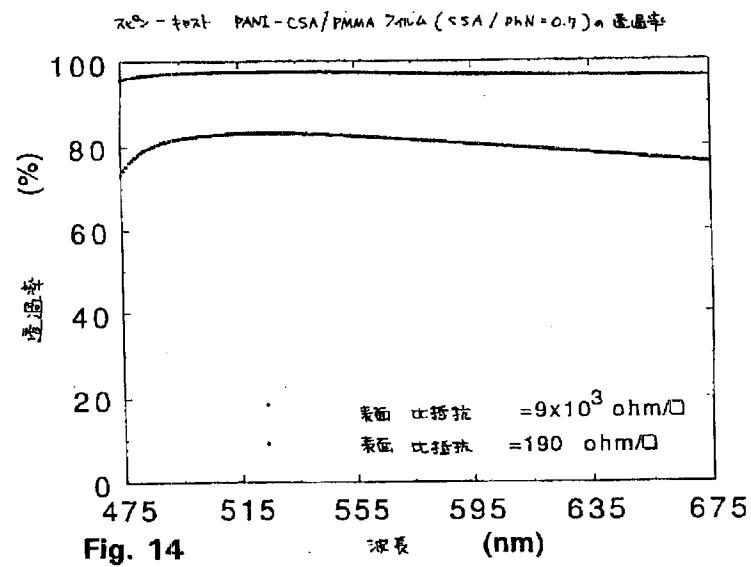


Fig. 12

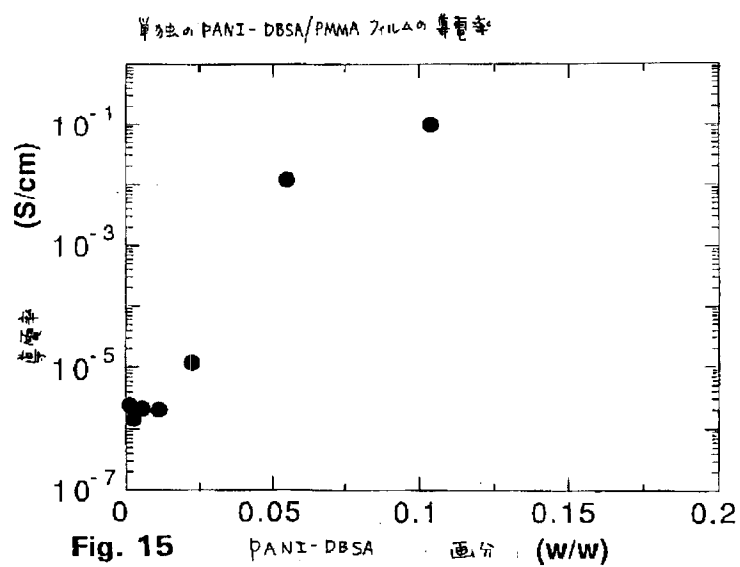
【図13】



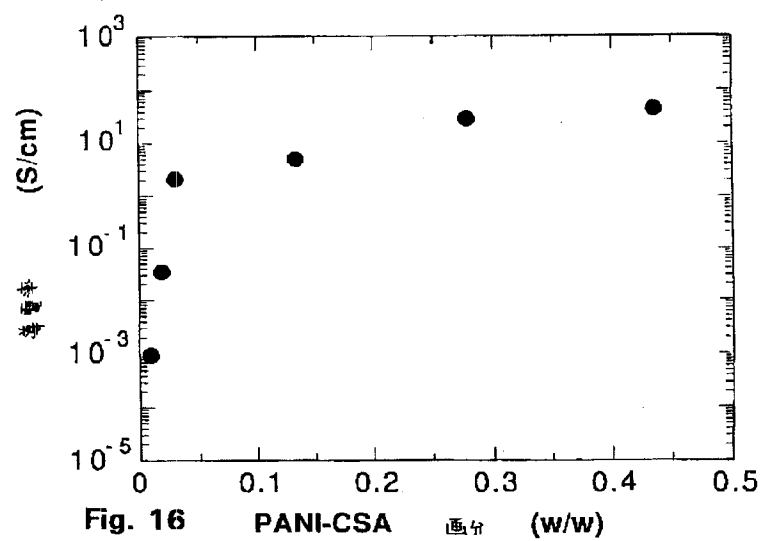
【図14】



【図15】



【図16】



【図17】

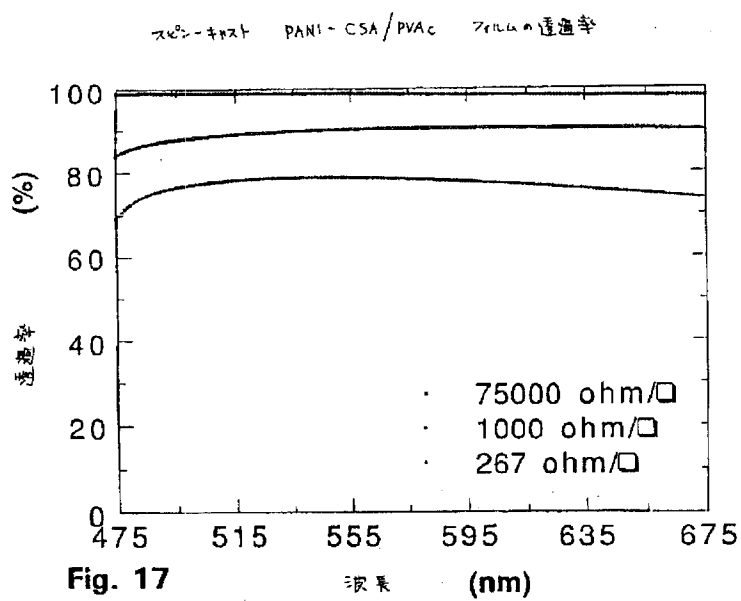


Fig. 17

【図18】

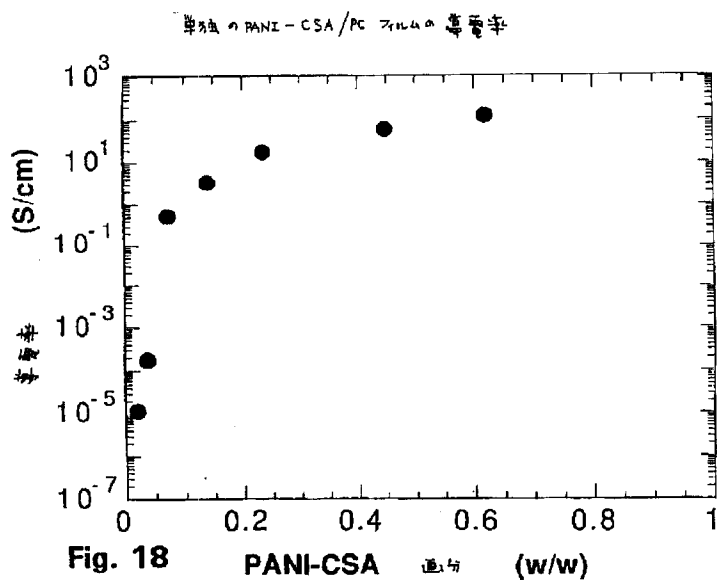
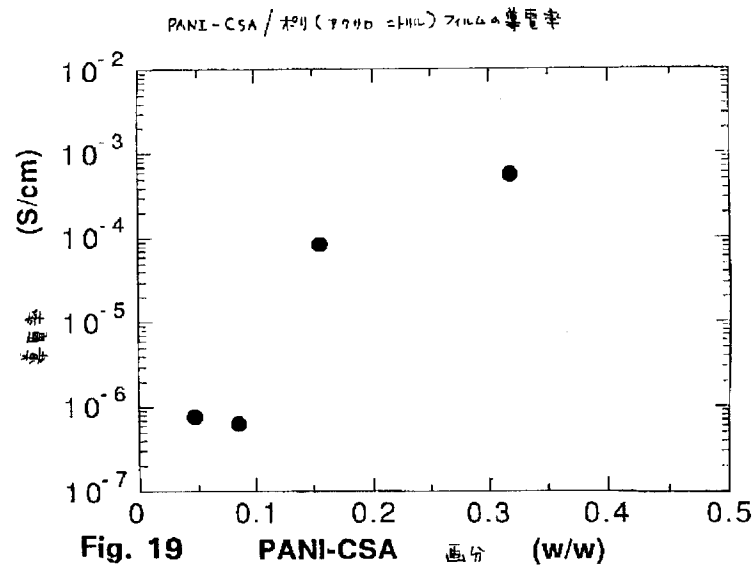


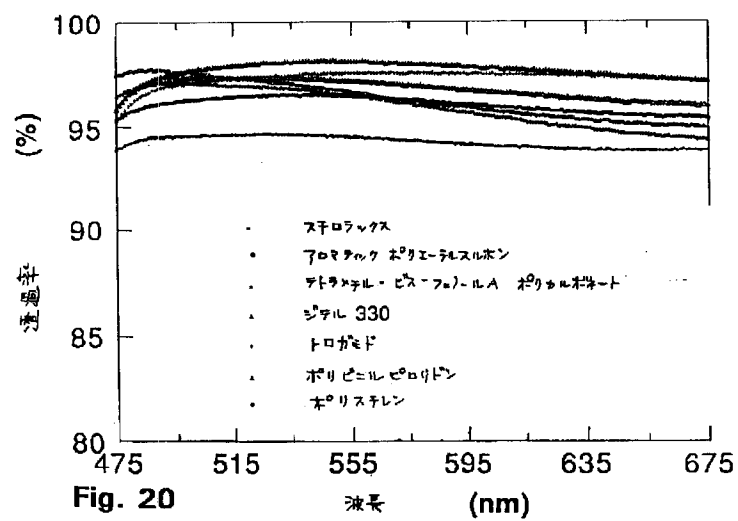
Fig. 18

【図19】



【図20】

種々のアモルファスポリマーを有する PANI-CSA のスピンキャストフィルムの透過率  
(PANI-CSA 含有率 = 8.8%;  $10^{-4}$  ohm/□ の範囲の表面比抵抗)



【図21】

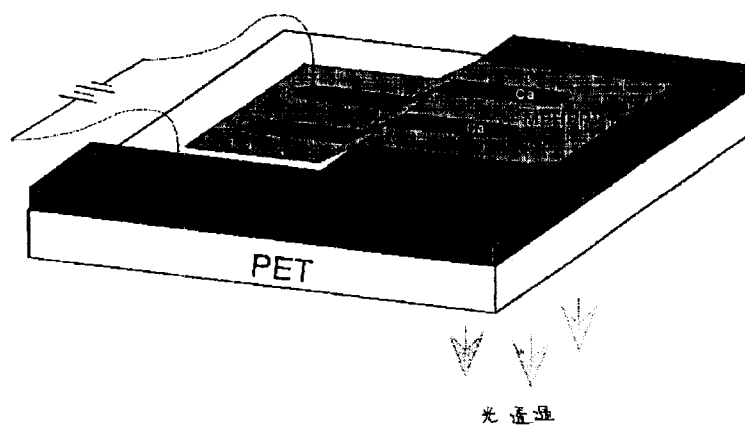


Fig. 21

【図22】

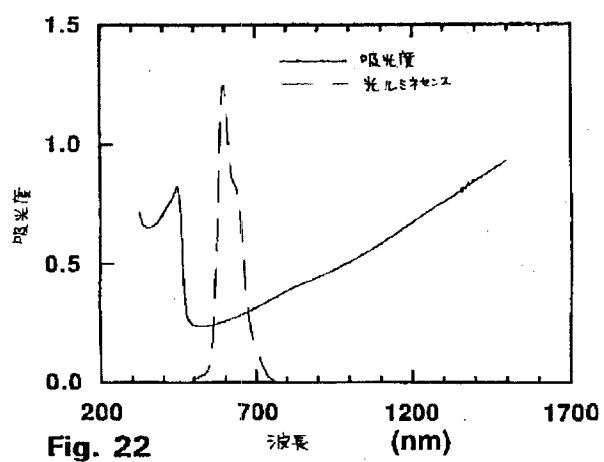
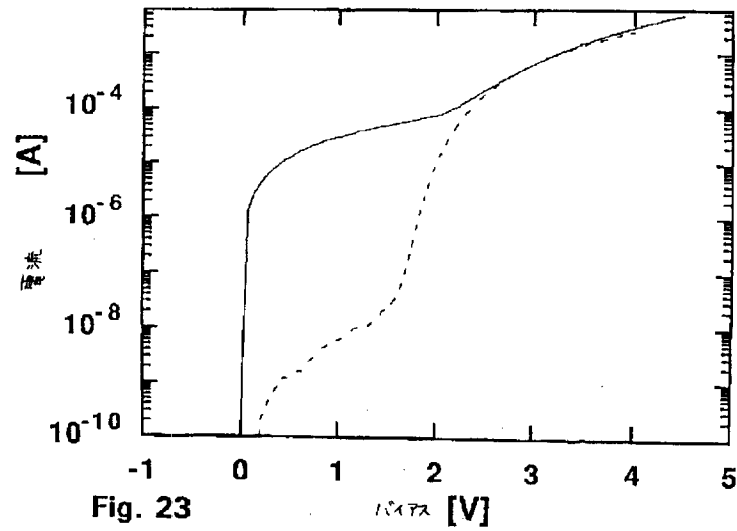
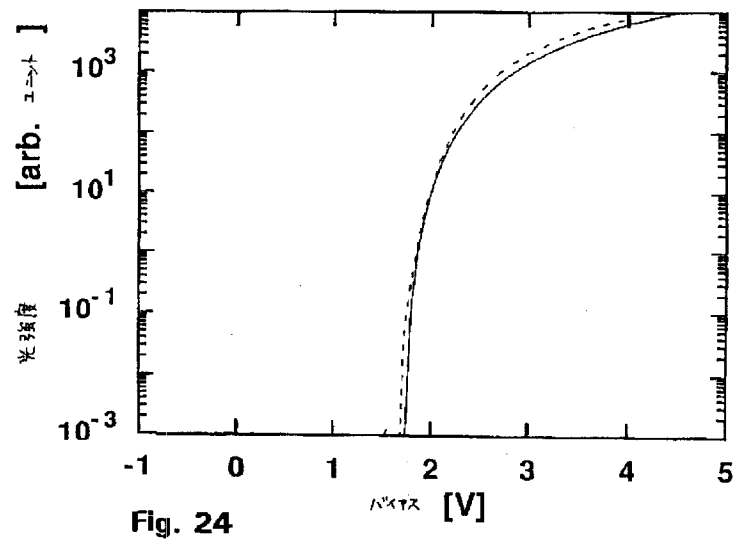


Fig. 22

【図23】



【図24】



フロントページの続き

(72)発明者 ポール スミス  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 93105  
サンタ バーバラ, アナカパ ストリー  
ト 2318

(72)発明者 アラン ジェイ. ヒーガー  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 93103  
サンタ バーバラ, ラス アルトゥラス  
ロード 1042

Fターム(参考) 4J002 BB002 BB152 BC022 BG052  
CM011 EA017 EA037 EB007  
EF006 EV236 EW026 EW126  
EW176 FD136 FD202 FD207  
4J043 PC13 QB02 RA08 SA02 SA05  
SA47 UA121